1578
04-001

ACADEMIA REPUBLICII SOCIALISTE ROMÂNIA

K

STUDII ȘI CERCETĂRI DE GEOLOGIE GEOFIZICĂ GEOGRAFIE

L: 040894

GEOFIZICĂ

TOMUL 21
1983

EDITURA ACADEMIEI REPUBLICII SOCIALISTE ROMÂNIA

ACADEMIA REPUBLICII SOCIALISTE ROMÂNIA

Colegiul de redacţie

Redactor şef :

Acad. SABBA ŞTEFĂNESCU

Redactor şef adjunct :

Prof. LIVIU CONSTANTINESCU, membru corespondent al Academiei R.S. România

Membri :

Prof. RADU BOTEZATU, membru corespondent al Academiei R.S. România, VALERIU VARODIN

Secretar ştiinţific de redacţie :

DOREL ZUGRĂVESCU

CONSILIUL DE REDACŢIE

Acad. SABBA ŞTEFĂNESCU, prof. LIVIU CONSTANTINESCU, membru corespondent al Academiei R.S. România, prof. RADU BOTEZATU, membru corespondent al Academiei R.S. România, VALERIU VARODIN, DOREL ZUGRĂVESCU, DRAGOMIR ROMANESCU, MARIUS VISARION

Manuscrisele, cărţile şi revistele pentru schimb, precum şi orice altă corespondenţă se trimit la Colegiul de redacţie al revistei pe adresa : str. Alex. Sahia, nr. 19—21, 70 201, Bucureşti, tel. 12.31.96

Toute commande de l'étranger pour les travaux parus aux Éditions de l'Académie de la République Socialiste de Roumanie sera adressée à ILEXIM, Departamentul Export-Import carte, Departamentul Export-Import (Presă), P.O. Box 136-137, télex 11 226, 79 517, Bucarest, 3, str. 13 Decembrie, Roumanie.

În ţară abonamentele se primesc la oficiile poştale.

EDITURA ACADEMIEI REPUBLICII SOCIALISTE ROMÂNIA

79 717, Bucureşti, Calea Victoriei 125, tel. 50.76.80

STUDII ŞI CERCETĂRI
DE
GEOLOGIE
GEOFIZICĂ
GEOGRAFIE

GEOFIZICĂ

TOMUL 21 1983

SUMAR

L. PAVELESCU, G. POP, M. SOROIU, I. ENE, GH. MARTINIUC, Determinări de vîrste potasiu-argon ale unor roci granitoide din unitatea Retezat-Ogradena 3

C. CALOTĂ şi C. ROTUNDU, O posibilitate de folosire a spectrului de putere al anomaliilor cîmpurilor potenţiale în interpretarea cantitativă a acestora 8

D. ENESCU, Date noi privind periodicitatea cutremurelor din Vrancea şi încercări de explicare tectonofizică a acesteia 24

C. RADU, OLIVIA BAZACLIU, VICTORIA OANCEA, Analiza undelor coda pentru cutremure locale 31

G. IONESCU, AL. POPESCU, N. GHIZDAVU, Particularităţi ale generării undelor elastice în Depresiunea Panonică 39

RADU BOTEZATU, C. CALOTĂ, Asupra anomaliei cîmpului geomagnetic situată la nord-est de Suceava 50

M. LUCOYANAKIS, Recunoaşterea modelului la interpretarea datelor aeromagnetice 56

FL. RĂDULESCU, S. ANASTASE, Prelucrarea spectrelor gama obţinute prin activare cu neutroni termici 61

SORIN RĂDAN, Posibilităţi de apreciere cantitativă a stabilităţii remanenţei rocilor 74

APARATURĂ

DOREL ZUGRĂVESCU, RAUL DOROBANŢU, MANFRED BONATZ, NEACŞU PUŞCAŞU, Barograf cu traductor capacitiv (BTC) 82

RAUL DOROBANŢU, DOREL ZUGRĂVESCU, DORU DELION, Digitizor pentru microsistemul de achiziţie şi stocare a datelor de geodinamică 86

RAUL DOROBANŢU, DOREL ZUGRĂVESCU, C. FILIP, ŞT. FANACA, SEVER SPÎNULESCU, Ceas electronic cu pilotare radio destinat laboratoarelor de geodinamică 91

AL. BABSKOW, Contribuţii privind determinarea rezistivităţii la peretele găurii de sondă cu ajutorul microdispozitivelor 95

Recenzii 106

ST. CERC. GEOL., GEOFIZ., GEOGR., GEOFIZICĂ, TOM. 21, P. 1–108, BUCUREŞTI, 1983

STUDII ŞI CERCETĂRI
DE
GEOLOGIE
GEOFIZICĂ
GEOGRAFIE

GEOFIZICĂ

TOMUL 21 1983

SUMAR

I. PAVELESCU, O. POP, M. SOROIU, I. ENE, CH. MAJTINEȚ, Determinări de viteze pe baza unor profile seismice executate din unelte Helexat-Oprișeni 7

C. CALOTĂ și C. ROTUNDU, O posibilitate de folosire a spectrului de putere al anomaliilor cimpurilor potențiale în interpretarea cantitativă a acestora 8

D. ENESCU, Date noi privind periodicitatea cutremurelor din Vrancea și interpretarea lor 24

C. RADU, OLIVIA BAZACLIU, VICTORIA OANCEA, Analiza modelor cadastrale pentru cutremure ideale 31

O. IONESCU, AL. POPESCU, N. CHIRZAZU, Particularități ale generării undelor elastice în Depresiunea Pannonică 39

RADU BOTEZATU, C. CALOTĂ, Asupra anomaliei cimpului gravimetric din zona de nord-est de Sucevița 50

M. LUCOVANICIU, Recunoașterea modelului în interpretarea datelor aeromagnetice 58

FL. RĂDULESCU, S. ANASTASIU, Proiectarea spectrelor gama obținute prin reflexie cu neutroni termici 61

SORIN RĂDAN, Posibilități de aprecierie cantitativă a stabilității termostatelor 71

APARATURĂ

DOREL ZUGRĂVESCU, RADU DOROBANȚU, ALEXANDRU BONATZ, NICOLAE PUȘCAȘU, Barograf cu tradeție capacitiv (BTC) 82

RADU DOROBANȚU, DOREL ZUGRĂVESCU, DORU DELION, Digitizor pentru microscopul de achiziție și stocarea datelor de geodinamică 85

RADU DOROBANȚU, DOREL ZUGRĂVESCU, C. FILIP, ST. FANICA, STEFAN STĂNILESCU, Casa electronică pentru radio destinat lucrărilor de geodinamică 91

AL. BARBULOV, Contribuții privind determinarea rezistivității în puțurile găurite de sonde cu ajutorul microrezistivelor 99

Recenzii 109

ST. CERC. GEOL., GEOFIZ., GEOGR., GEOFIZICA, TOM. 21, P. 1–109, BUCUREȘTI, 1983

DETERMINĂRI DE VÎRSTE POTASIU-ARGON ALE UNOR ROCI GRANITOIDE DIN UNITATEA RETEZAT-OGRADENA

L. PAVELESCU[1], G. POP[2], M. SOROIU[3], I. ENE[3], GH. MARTINIUC[2]

1. *Catedra de mineralogie, Facultatea geologie-geografie, Universitatea Bucureşti, Bd. N. Bălcescu 1, Bucureşti, România*
2. *Ministerul Minelor, Petrolului şi Geologiei, Intreprinderea metale rare, Str. Dionisie Lupu 64, Sector 2, Bucureşti*
3. *Institutul de fizică şi inginerie nucleară, Bucureşti-Măgurele, C.P.MG—6, România*

În lucrarea de faţă sînt prezentate zece vîrste izotopice K-Ar obţinute pentru granitul de Mraconia şi rocile filoniene care îl străbat şi cinci vîrste izotopice K-Ar obţinute pentru granitoidul de Retezat.

Atît granitul de Mraconia cît şi granitoidul de Retezat se află amplasate în unitatea Retezat-Ogradena situată în compartimentul intern al Autohtonului Danubian.

Corpul granitic de Mraconia cu o grosime de 80—120 m şi o lungime de cîţiva km se află la est de corpul granitic Cherbelezu intrus între seria de Corbu şi seria de Poiana Mraconia—figura 1.

Dacă se compară structura şi textura granitului de Cherbelezu şi a granitului de Mraconia se constată o mare asemănare. În ceea ce priveşte compoziţia mineralogică, în granitul de Mraconia predomină feldspaţii potasici în timp ce în granitul de Cherbelezu feldspaţii sînt mai puţin alcalini.

Pavelescu et al. (1975) au efectuat determinări de vîrste K-Ar în granitul de Cherbelezu şi în granitul de Mraconia. Trei probe din granitul de Cherbelezu din care s-au separat mice au dat vîrste K-Ar de 273 ± 6, 313 ± 6 şi 285 ± 6 Ma. Două probe din granitul de Mraconia din care s-a separat biotit care nu prezenta urme de transformări au avut vîrste K-Ar de 218 ± 6 şi 279 ± 6 Ma. O probă din granitul de Mraconia din care s-a separat biotit proaspăt a avut o vîrstă K-Ar de numai 194 ± 6 Ma. Această valoare coborîtă poate fi uşor explicată dacă se are în vedere pierderea argonului radiogenic datorită acţiunii termice a filoanelor de lamprofire care străbat masa granitului şi care datate tot prin metoda K-Ar pe concentrate de minerale femice dau vîrste care coboară pînă la 185 ± 5 şi 173 ± 5 Ma.

Noile vîrste K-Ar obţinute pentru granitul de Mraconia şi rocile filoniene care îl străbat precum şi pentru granitoidul de Retezat sînt prezentate în tabel. Locul de colectare a probelor este arătat în figurile 1 şi 2. Pentru determinarea argonului radiogenic s-a folosit analiza prin activare cu neutroni termici (Soroiu şi Cerei, 1967) iar pentru determinarea potasiului analiza prin activare cu neutroni rapizi (Soroiu şi Popescu, 1974). La calcularea vîrstelor s-au folosit constantele $\lambda_\beta = 4{,}962 \cdot 10^{-10}$ an^{-1}, $\lambda_e + \lambda'_e = 0{,}581 \cdot 10^{-10}$ an^{-1} şi $^{40}K = 0{,}01167$ atom% (Steiger şi Jäger, 1977).

ST. CERC. GEOL., GEOFIZ, GEOGR., GEOFIZICĂ, TOM 21, P. 3–7, BUCUREŞTI, 1983

Pentru probele 6, 7, 8 din granitul de Mraconia se constată că biotitul separat din proba 7 de granit porfiric, care nu prezintă urme de transformare, are o vîrstă K-Ar de 266 $\pm$ 7 Ma egală în limita erorilor experimentale cu aceea a probelor din lucrarea citată, probe din care de asemenea s-a separat biotit fără urme de alterare. În schimb proba 6 care a fost datată folosindu-se un biotit intens cloritizat (conţinutul de K este de numai 0,83 %) are o vîrstă de 215 $\pm$ 8 Ma. Această valoare scăzută poate fi explicată avîndu-se în vedere slaba retentivitate a argonului radiogenic în reţeaua cristalină a cloritului precum şi acţiunea termică a filonului de kersantit pus în loc în urmă cu 175 $\pm$ 6 Ma. Aceeaşi explicaţie este valabilă şi pentru cuplul de probe 9 şi 10.

Grupul de probe 11, 12 şi 13 reprezintă numai roci care au intrus masa granitului de Mraconia. Pentru grupul de probe 14 şi 15 valorile mai scăzute ale vîrstelor K-Ar se pot explica prin acţiunea termică a

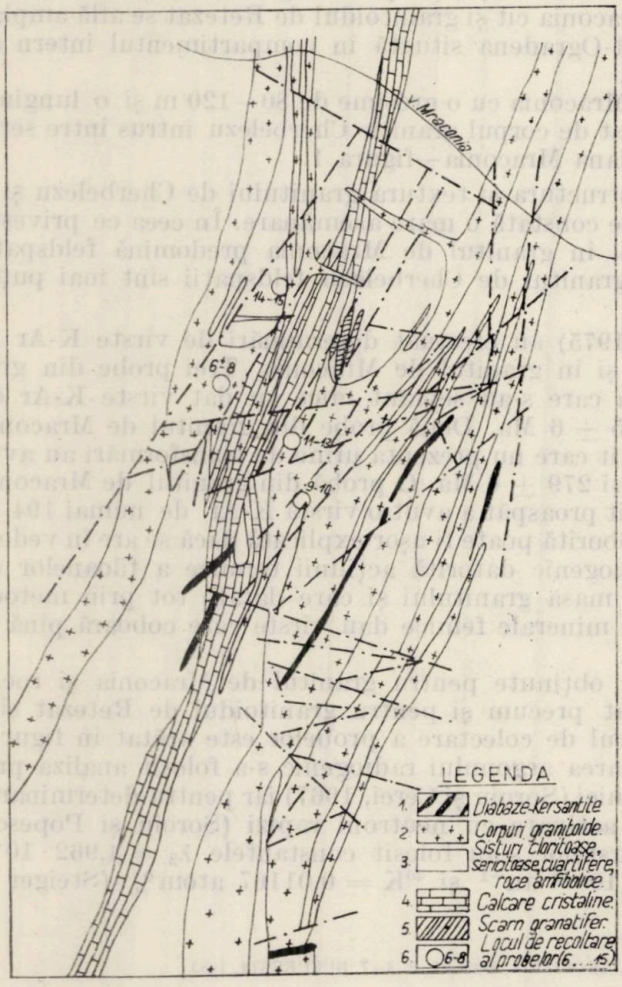


Fig. 1. — Schiţă geologică a părţii vestice a masivului de roci granitoide de Ogradena. Scara 1 : 10 000.

Tabel

Proba	Roca	Mineralul	K %	$^{40}Ar_{rad.}$ 10^{-7} g/g	Vîrsta Ma
		1. *Granitoidu de Retezat*			
1.	Granodiorit	Biotit	6,43	0,44	97±5
2.	Granit	Muscovit	6,59	1,00	207±8
3.	Granit	Muscovit	6,96	0,80	159±6
4.	Granit	Muscovit	6,61	0,60	126±5
5.	Granit	Muscovit	7,94	0,93	161±6
		2. *Granitul de Mraconia*			
6.	Granit porfiric	Biotit cloritizat	0,83	0,133	217±8
7.	Granit porfiric	Biotit	5,64	1,12	266±7
8.	Kersantit	Rocă globală	1,83	0,233	175±6
9.	Diabaz	Rocă globală	1,82	0,217	164±6
10.	Granit porfiric	Biotit cloritizat	1,56	0,222	195±6
11.	Kersantit	Rocă globală	1,34	0,149	153±5
12.	Metadiabaz cuarțifer	Rocă globală	1,88	0,255	186±6
13.	Diabaz	Rocă globală	1,87	0,332	239±7
14.	Granit porfiric	Biotit cloritizat	1,50	0,243	220±6
15.	Granodiorit	Biotit	4,54	0,790	235±7

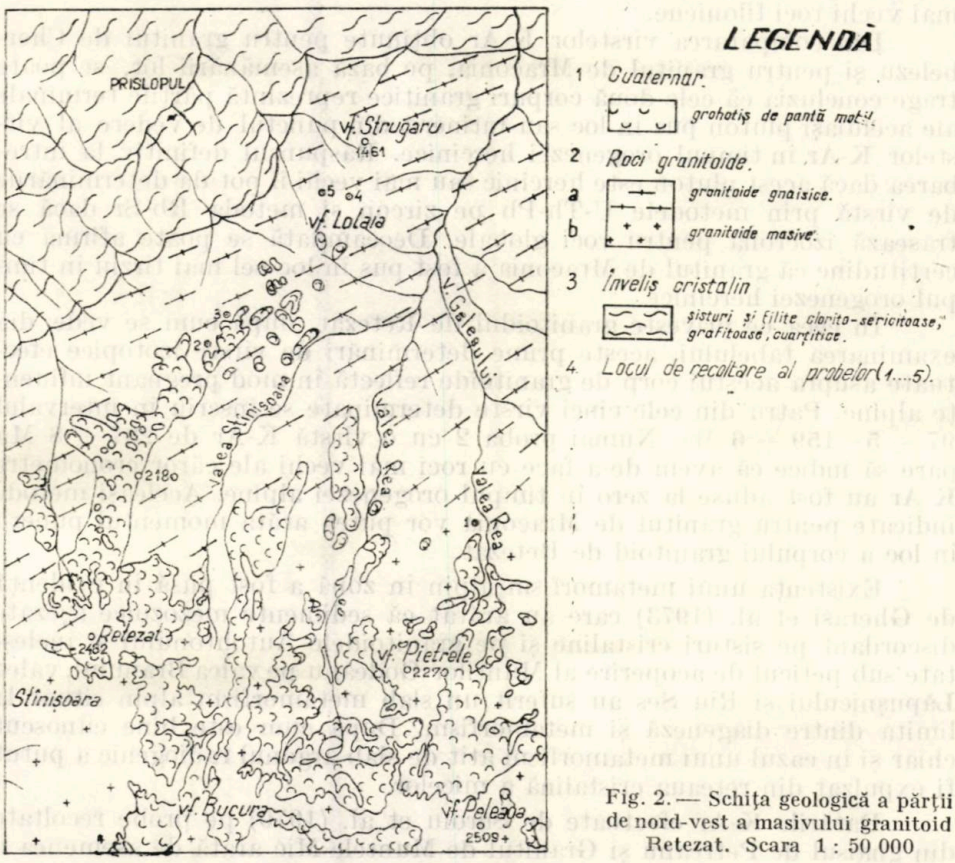


Fig. 2. — Schița geologică a părții de nord-vest a masivului granitoid Retezat. Scara 1 : 50 000

rocilor filoniene iar în cazul probei 14 şi prin slaba retentivitate a biotitului intens cloritizat.

În figura 3 sînt prezentate sub formă de histogramă toate vîrstele K-Ar obţinute pentru granitul de Mraconia şi rocile filoniene care îl străbat.

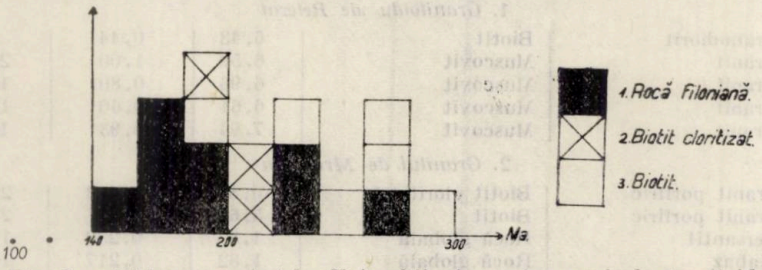


Fig. 3. — Histograma vîrstelor K-Ar obţinute pentru masivele granitoide Cherbelezu-Mraconia.

Din figură reiese clar modul în care acţiunea termică a rocilor filoniene a influenţat vîrstele K-Ar ale rocilor gazdă; cele mai mari vîrste K-Ar obţinute pentru granitul de Mraconia fiind practic egale cu vîrstele celor mai vechi roci filoniene.

Din compararea vîrstelor K-Ar obţinute pentru granitul de Cherbelezu şi pentru granitul de Mraconia, pe baza asemănării lor, se poate trage concluzia că cele două corpuri granitice reprezintă părţile terminale ale aceluiaşi pluton pus în loc sau întinerit din punctul de vedere al vîrstelor K-Ar în timpul orogenezei hercinice. Răspunsul definitiv la întrebarea dacă acest pluton este hercinic sau mai vechi îl pot da determinările de vîrstă prin metodele U-Th-Pb pe zircon şi metoda Rb-Sr dacă se trasează izocrona pentru roci globale. Deocamdată se poate afirma cu certitudine că granitul de Mraconia a fost pus în loc cel mai tîrziu în timpul orogenezei hercinice.

În ceea ce priveşte granitoidul de Retezat, după cum se vede din examinarea tabelului, aceste prime determinări de vîrste izotopice efectuate asupra acestui corp de granitoide reflectă în mod pregnant influenţe alpine. Patru din cele cinci vîrste determinate se înscriu în intervalul $97 \pm 5 - 159 \pm 6$ Ma. Numai proba 2 cu o vîrstă K-Ar de 207 ± 8 Ma pare să indice că avem de-a face cu roci mai vechi ale căror cronometre K-Ar au fost aduse la zero în timpul orogenezei alpine. Aceleaşi metode indicate pentru granitul de Mraconia vor putea arăta momentul punerii în loc a corpului granitoid de Retezat.

Existenţa unui metamorfism alpin în zonă a fost pusă în evidenţă de Gherasi et al. (1973) care au arătat că sedimente mezozoice aşezate discordant pe şisturi cristaline şi pe granitoidele Autohtonului şi încleştate sub peticul de acoperire al Munţilor Godeanu pe valea Branului, valea Lăpuşnicului şi Rîu Ses au suferit un slab metamorfism alpin situat la limita dintre diageneză şi metamorfism. După cum este bine cunoscut chiar şi în cazul unui metamorfism atît de slab argonul radiogenic a putut fi expulzat din reţeaua cristalină a micelor.

Datările K-Ar efectuate de Soroiu et al. (1970) pe probe recoltate din gnaisul de Petreanu şi Granitul de Muntele Mic arată de asemenea o

puternică influență alpină. Probele datate pînă în prezent, sub rezerva impusă de numărul lor redus, par să arate că în cazul granitoidului de Retezat această influență alpină a fost mult mai puternică fapt dovedit și prin structura lui diapirică imprimată în timpul orogenezei alpine.

Primit în redacție la 25 noiembrie 1980.

BIBLIOGRAFIE

1. GHERASI N., VISARION A., ZIMMERMANN P. (1973). *Considerații asupra vîrstei unor șisturi cristaline și depozite sedimentare din Autohtonul Danubian, situate la marginea de Nord a Munților Godeanu.* St. cerc. geol., geofiz., geogr. Seria geologie, **18**, 2, p. 303—310.
2. PAVELESCU L., POP G., AILENEI G., ENE I., SOROIU M., POPESCU G. (1975). *K-Ar age determinations from the Apuseni and the Banat Mountains.* Rev. Roum. Géol. Géophys. et Géogr., Géophysique, **19**, p. 67—79.
3. SOROIU M., CEREI M. (1967). *New developments in radiogenic argon determination by neutron activation analysis.* Geochim. Cosmochim. Acta, **31**, p. 1271—1279.
4. SOROIU M., POPESCU G. (1974). *A new method for potasium determination, in mineral and rock samples.* Rev. Roum. Géol. Géophys. et Géogr. Géophysique, **18**, p. 101—106.
5. SOROIU M., POPESCU G., GHERASI N., ARSENESCU V., ZIMMERMANN P. (1970). *K-Ar Dating by Neutron Activation of Some Igneous and Metamorphic Rocks from the Southern Branch of the Romanian Carpathians.* Eclogae geol. Helv., **63**, 1, p. 323—334.
6. STEIGER R.H., JÄGER E. (1977). *Subcommission on geochronology. Convention on the use of decay constants in Geo- and Cosmochronology.* Earth. Planet. Sci. Lett., **36**, p. 359—362.

K-Ar DATING OF SOME GRANITOID ROCKS FROM THE RETEZAT-OGRADENA UNIT

(ABSTRACT)

The paper presents 10 new K-Ar ages determined for the Mraconia granite and the related vein rocks and 5 new K-Ar ages determined for the Retezat granitoid body. K-Ar ages show that the Mraconia, as well as the Cherbelezu granite were emplaced at latest during the Hercynian orogeny. The vein rocks related to the Mraconia granite range from 272 ± ± 6 to 153 ± 6 Ma. K-Ar ages obtained for the Retezat granitoid indicate a strong overprint during the Alpine orogeny.

O POSIBILITATE DE FOLOSIRE A SPECTRULUI DE PUTERE AL ANOMALIILOR CÎMPURILOR POTENȚIALE ÎN INTERPRETAREA CANTITATIVĂ A ACESTORA *

C. CALOTĂ și C. ROTUNDU

Facultatea de geologie și geografie, Universitatea București, Bd. N. Bălcescu, 1, București, România

INTRODUCERE

Studii anterioare efectuate la noi în țară [Botezatu și Calotă, 1968 și Botezatu et al., 1976] au arătat că prin analiza spectrală a anomaliilor gravimetrice și magnetice se pot obține informații referitoare la structura cîmpului măsurat și implicit la numărul de surse principale care îl generează. O extindere a valorificării acestor posibilități de analiză este propusă în prezenta lucrare, elaborîndu-se o metodă de studiu, aplicabilă pentru serii de date unidimensionale.

Considerînd valorile de cîmp drept semnal, se propune stabilirea curbei densității spectrale a puterii pentru acesta, urmărind, pe această bază, să se poată diferenția energetic principalele surse care au generat anomalia studiată (semnalul) și să se identifice „numere de undă caracteristice emisiei" pentru fiecare sursă principală, ceea ce permite alegerea unor filtre optime pentru separarea efectelor individuale cumulate în semnalul analizat.

Se supune analizei spectrale un semnal complex rezultat în urma măsurării și prelucrării corespunzătoare a valorilor relative de cîmp, definind o serie discretă care constituie suportul de transport al informațiilor referitoare la cîmpul măsurat, iar pentru identificarea acestor informații se operează asupra suportului, adică asupra seriei numerice, astfel încît să realizăm o îmbunătățire a raportului semnal/zgomot. Efectuarea unor astfel de prelucrări presupune formularea unor ipoteze de natură să justifice și totodată să simplifice operațiile efectuate asupra seriei numerice. Aceste ipoteze, deși limitează tipurile de semnale prelucrabile, reprezintă totuși proprietăți intrinseci ale unui grup foarte larg de semnale, în care se pot încadra, ținînd cont de natura lor și semnalele gravimetrice și magnetice.

Semnalele analizate trebuie să aibă în primul rînd un caracter local și specializat, reprezentînd în această situație caracteristici numerice pentru efectele cumulate. Fiecare sursă creează un cîmp descris de o funcție potențială, cu valori finite în vecinătatea sursei și zero la infinit. Fiind vorba de cîmpuri potențiale, în conformitate cu principiul superpoziției, efectele mai multor surse se cumulează, semnalul total generat fiind suma efectelor individuale ale surselor, fiind greu de precizat dacă sîntem în prezența uneia sau mai multor surse de cîmp anormal.

Considerînd semnalul analizat ca fiind format dintr-un număr de componente tranzitorii, de perioadă infinită, fiecare dintre acestea re-

* Lucrare prezentată în ședința publică de comunicări științifice organizate de Academia R.S. România la 14 dec. 1981.

prezentînd efectul unei surse, se propune reprezentarea semnalului total în domeniul spectral urmărindu-se evidenţierea componentelor caracteristice. Conform teoremei Parseval, o analiză Fourier prin intermediul transformantei Fourier, conduce la o estimare a energiei semnalului, evidenţiind în acelaşi timp şi distribuţia caracteristică a energiei după numărul de undă.

Semnalul analizat rezultînd în urma unor măsurători, trebuie luat în considerare şi efectul probării cîmpului. Operaţia de măsurare se execută în puncte discrete, valorile măsurate fiind ordonate uni- sau bidimensional, în funcţie de coordonatele punctelor de măsurare, rezultînd serii numerice uni- sau bidimensionale. Relaţia dintre valoarea măsurată şi ordonata sa în cadrul seriei are un caracter întîmplător, deoarece pentru o zonă dată se poate proiecta o infinitate de reţele de măsurare. Rezultă deci că pentru un perimetru dat se poate defini un ansamblu de serii numerice posibile care descriu cîmpul studiat, şi că din cadrul acestui ansamblu sîntem în posesia, prin măsurare, doar a unei serii numerice. În absenţa cunoaşterii distribuţiei spaţiale a cîmpului studiat, relaţia dintre seria numerică obţinută şi sistemul de măsurare este deci întîmplătoare, definind un proces stohastic, deoarece avînd delimitat un perimetru în cadrul acestuia putem avea o infinitate de puncte de măsurare, iar în fiecare punct nu sîntem în măsură a prezice valoarea cîmpului. Cu alte cuvinte, deşi cîmpul studiat are o valoare bine definită în fiecare punct, faptul că prin măsurare obţinem o serie ordonată după criterii independente de cîmp, distribuţia valorilor seriei constituie realizarea unui proces stohastic. Deoarece valorile de cîmp diferă între ele doar datorită poziţiei relative a punctelor de măsurare, numărul, poziţia şi parametrii de „emisie" ai surselor de cîmp fiind constante, apare clar că originea sistemului de coordonate ales pentru ordonare este arbitrară; procesul stohastic definit fiind un proces stohastic staţionar, momentele sale statistice sînt dependente doar de decalajul în coordonate dintre valorile seriei considerate.

În aceste condiţii acceptăm ca o ipoteză simplificatoare ergodicitatea seriei numerice analizate, pe care o considerăm ca o realizare caracteristică pentru procesul stohastic studiat. Sîntem obligaţi să acceptăm această ipoteză, avînd drept unic argument caracterul local şi specializat al semnalului, urmărind în acelaşi timp ca prin construcţia seriei numerice să ne apropiem cît mai mult de cazul realizării caracteristice. Această ipoteză simplificatoare nu alterează valoarea metodei de analiză; ea este unanim acceptată în orice analiză statistică deoarece simplifică mult desfăşurarea calculelor.

Pe baza acestor considerente se propune deducerea unei funcţii de distribuţie a densităţii spectrale pentru semnalul obţinut prin cartare; ţinînd cont de caracterul staţionar şi ergodic al seriei de date se obţine curba corespunzătoare funcţiei de densitate spectrală pe baza funcţiei de autocorelaţie a semnalului analizat. Se foloseşte acest mod de definire a curbei spectrale respective deoarece seria numerică analizată fiind o serie aleatoare, amplitudinile şi fazele sale au un caracter aleator. Aplicînd sinteza Fourier acestei serii de date, rezultatul va fi de asemenea o serie numerică cu caracter aleator, întrucît transformata Fourier operează pentru faze şi amplitudini fixe, relaţia de transformare avînd un caracter

perfect determinist. Pentru a ieşi din impasul aspectelor aleatorii ale fazelor şi amplitudinilor se aplică transformata Fourier funcţiei de autocovarianţă sau autocorelaţie a semnalului, funcţii care constituiesc invarianţi ai procesului stohastic studiat, oferind în acelaşi timp o caracterizare completă a distribuţiei valorilor procesului, în condiţia ipotezei de staţionaritate şi ergodicitate *.

Curba spectrală astfel obţinută se interpretează ca distribuţia energetică, în funcţie de numărul de undă, a semnalului studiat, în ideea că fiecare sursă de cîmp se manifestă în cadrul semnalului printr-un aport energetic caracteristic. Ţinînd cont că amplitudinea semnalului creat de o sursă este determinată de adîncimea sursei şi de puterea sa de generare (densitate, parametrii magnetici) rezultă că pentru fiecare sursă particulară se poate defini un număr de undă caracteristic pentru care vom avea o valoare energetică proporţională cu pătratul amplitudinii anomaliei respective. Este de aşteptat deci ca sursele de cîmp să se manifeste în curba spectrală prin maxime centrate pe numerele de undă caracteristice.

METODA DE ANALIZĂ PROPUSĂ

În vederea determinării funcţiei de densitate spectrală a puterii reprezentative pentru cîmpul analizat, trebuie să dispunem de o serie numerică cu valori de realizare caracteristice pentru procesul de măsurare. În cazul cîmpurilor potenţiale este necesară apelarea la o metodă ce să permită formarea unei serii unidimensionale, pe baza valorilor măsurate obişnuit în suprafaţă. Seria aceasta trebuie astfel stabilită încît să conţină informaţii cît mai complete asupra efectelor cumulate în distribuţia în suprafaţă măsurată. În cazul în care harta cu izolinii evidenţiază direcţii preferenţiale de variaţie, se vor alege pentru analiză valori pe profile dispuse corespunzător (normal) faţă de aceste direcţii preferenţiale, ele caracterizînd suficient de bine situaţia analizată. Dacă harta cu izolinii nu prezintă efecte preponderent direcţionate preferenţial, ci efecte anomale cu dezvoltări cvasiizometrice, se recomandă deducerea unei serii numerice sintetice, de tipul profilului mediu radial al valorilor distribuţiei în suprafaţa studiată.

Pentru a determina valorile unui astfel de profil mediu radial se discretizează harta (dacă nu dispunem de o reţea pătratică de valori) folosind o reţea pătratică cu $NP \times NP$ noduri şi Δ latura ei; o valoare a profilului mediu radial se va obţine prin medierea tuturor valorilor din matrice dispuse pe cercul de rază r. În funcţie de pasul de eşantionare Δ se pot defini N cercuri de raze

$$r_i = (i - 1) \cdot \Delta \text{ cu } i = 1, 2, \ldots, N + 1 \text{ şi } N = NP/2. \qquad (1)$$

---

* ROTUNDU C. (1979) — Metode de analiză cantitativă a anomaliilor cîmpurilor potenţiale în domeniul spectral. Aplicaţii în zona Munţilor Bihor. Proiect de diplomă. Arh. Fac. de Geol. şi Geogr., Universitatea Bucureşti.

Se va obține în final o serie numerică de valori de tipul

$$X_1 = X(r_1);\ X_2 = X(r_2);\ \ldots;\ X_N = X(r_N). \tag{2}$$

S-a ales acest mod de determinare a valorilor pe profilul mediu radial deoarece permite automatizarea completă a operațiilor pornind de la matricea de date; alegînd convenabil valorile parametrilor N și Δ se sintetizează informații referitoare la întreaga suprafață analizată. Modul de determinare al profilului mediu radial conduce însă și la o filtrare care atenuează valorile foarte locale și diferite de cele din imediata vecinătate.

Pe baza seriei numerice de tipul (2), care reprezintă profilul mediu radial, se trece la detrminarea valorilor funcției de densitate spectrală de putere. Pentru aceasta a fost elaborat un program de calcul în conformitate cu algoritmii folosiți curent în tehnica analizei spectrale.

Funcția de autocovarianță pentru seria numerică stabilită conform celor prezentate mai sus se exprimă prin

$$C_{XX}(j) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N-j}(X_i - \bar{X})(X_{i+j} - \bar{X});\ j = 0, 1, \ldots, j_{\max} \qquad -(N-1) \leqslant j \leqslant (N-1) \tag{3}$$

în care $\bar{X} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} X_i$ reprezintă media aritmetică a valorilor seriei numerice studiate.

Pe baza valorilor funcției de autocovarianță se determină seria valorilor funcției de autocorelație ca

$$r_{XX}(j) = \frac{C_{XX}(j)}{C_{XX}(0)} \qquad j = 0{,}1\ , \ldots, j_{\max}. \tag{4}$$

Funcția de densitate spectrală de putere se obține, după cum se cunoaște, ca transformata Fourier a funcției de autocorelație, conform relațiilor Wiener. Fiind vorba de transformata unei serii numerice discrete de lungime finită, s-au aplicat formulele Bartlett care permit determinarea unei curbe spectrale netezite și anume

$$\mathbf{C}_{XX}(k) = 2\,\Delta\left[C_{XX}(0) + 2\sum_{j=1}^{M-1} h(j)\ C_{XX}(j)\ \cos 2\pi kj\right] \tag{5}$$

în care

$$0 \leqslant k \leqslant 1/2\,\Delta$$

și

$$h(j) = \begin{cases} h(j) > 0 & |j| \leqslant M \\ 0 & |j| > M \end{cases} \qquad j \in Z \tag{6}$$

care poartă denumirea de „fereastră spectrală" și constituie un corespondent spectral pentru lungimea seriei finite. Procedeul reprezintă de fapt o filtrare cu un filtru poartă aplicat unei serii numerice infinite, fereastra spectrală de deschidere

$$\left[-\frac{1}{M\Delta}\ ;\ \frac{1}{M\Delta}\right] \tag{7}$$

fiind de fapt caracteristica de frecvență a acestui filtru.

Curba spectrală astfel obţinută reprezintă spectrul de putere pentru seria numerică analizată, definit pentru numerele de undă k din domeniul limitat de frecvenţe Nyquist şi anume

$$0 \leqslant k \leqslant k_N (= 1/2\Delta). \tag{8}$$

Pentru studiul pe care ni l-am propus s-a preferat funcţia densităţii spectrale de putere obţinută pe baza relaţiei

$$I_{XX}(k) = E[\mathbf{C}_{XX}(k)]/C_{XX}(0). \tag{9}$$

Pe baza relaţiei (5) se defineşte seria de valori ale funcţiei de densitate spectrală de putere prin formula

$$R_{XX}(l) = 2 \cdot \Delta \left[1 + 2 \sum_{j=1}^{M-1} W(j)\, r_{XX}(j) \cos \frac{\pi l j}{NF} \right] \tag{10}$$

în care $l = 0, 1, 2, \ldots, NF$.

$W(j)$ reprezintă fereastra spectrală folosită iar l — indice care desenează valoarea discretă a numărului de undă pentru care se calculează funcţia spectrală.

Se observă că aceste valori ale numerelor de undă sînt armonice superioare ale numărului de undă fundamental dat de lungimea seriei analizate

$$k_0 = \frac{1}{N\Delta} \tag{11}$$

l fiind astfel ordinul armonicei la k_0 al seriei

$$k_l = l k_0. \tag{12}$$

Formula propusă conduce la o aproximare a funcţiei densităţii spectrale de putere a semnalului analizat, calitatea acestei aproximări fiind dictată în mare măsură de către fereastra spectrală folosită. Aceasta deoarece la calculul unei valori spectrale pentru un număr de undă k, fereastra spectrală funcţionează ca un filtru „trece bandă" aplicat curbei spectrale reale, centrat pe numărul de undă k şi atenuînd valorile spectrale laterale. Interesează deci atît deschiderea ferestrei spectrale folosite, cît şi calităţile ei de tăiere. Este de preferat o fereastră cu deschidere mică şi lobi laterali reduşi, astfel ca pierderile laterale de putere să fie minime.

Pentru analiza propusă s-a preferat folosirea unui filtru de tip Hanning, care oferă caracteristici de tăiere bune şi lobi laterali reduşi, parametrul variabil al filtrului fiind deschiderea reglată prin intermediul valorii M

$$W(j) = \begin{cases} 0{,}5 \left(1 + \cos \dfrac{\pi j}{M} \right) & |j| \leqslant M \\ 0 & |j| > M. \end{cases} \tag{13}$$

Alegerea unei valori mari pentru M conduce, conform relației de mai sus, la o deschidere mică a ferestrei spectrale, reducînd influența valorilor spectrale laterale. Ținînd cont că o valoare mare a lui M înseamnă mai multe valori $C_{xx}(j)$ luate în calculul valorii spectrale și deci o cantitate mai mare de informații, în corelație cu diminuarea influențelor laterale, rezultă deci o creștere a calității aproximării și ca o consecință creșterea fidelității curbei spectrale calculate. Mărirea valorii lui M conduce însă și la creșterea instabilității expresiei utilizate pentru aproximarea funcției densității spectrale de putere, crescînd probabilitatea obținerii prin calcul a unor valori aberante. Aceasta se datorește faptului că formula de calcul este de tipul unei funcții polinomiale al cărui grad crește odată cu mărimea lui M, devenind în consecință mai puțin stabilă.

În concluzie menționăm că pentru obținerea unei aproximări bune este necesar un compromis între fidelitatea și stabilitatea curbei spectrale calculate, compromis obținut prin alegerea unei valori M optime. În absența unor informații referitoare la forma curbei spectrale studiate, alegerea acestei valori optime pentru M se poate face prin încercări, utilizînd criterii de ordin cu totul general cum sînt intervalele de încredere pentru valorile calculate și compararea detaliilor evidențiate de curbele spectrale determinate cu diverse deschideri ale ferestrei spectrale.

Intervalul de încredere se stabilește în ipoteza că valorile spectrale calculate sînt distribuite după o lege χ^2 cu ν grade de libertate. Pentru fereastra de tip Hanning folosită, Tuckey dă următoarea formulă de calcul

$$\nu = 2{,}667\,\frac{N\Delta}{M}. \tag{14}$$

Pentru aceste grade de libertate și un prag de eroare α, intervalul de încredere pentru valoarea spectrală studiată adevărată $\Gamma_{xx}(k)$ în raport cu cea calculată $R_{xx}(l)$ este de forma:

$$\frac{\nu R_{xx}(l)}{\chi_{\nu,\,1-\frac{\alpha}{2}}} \leqslant \Gamma_{xx}(k) < \frac{\nu R_{xx}(l)}{\chi_{\nu,\,\frac{\alpha}{2}}}. \tag{15}$$

Tot pentru fereastra spectrală de tip Hanning, Tuckey dă următoarea formulă de calcul a deschiderii echivalente — deschiderea care ar avea-o o fereastră rectangulară ce ar conduce la o curbă spectrală cu aceeași variabilitate

$$B = \frac{1{,}33}{M}. \tag{16}$$

Avînd calculat un set de curbe spectrale ale mărimii studiate pentru diverse valori ale lui M din aspectul lor se pot deduce valorile optime și anume cele din zonele de grupare a curbelor calculate. Dacă cu toată variația lui M curbele au o variabilitate mare și nu manifestă o tendință spre o formă anumită, singura concluzie valabilă este aceea că seria de date disponibilă este insuficientă și se impune o eșantionare mai detaliată a efectului anomal studiat. Pentru o serie de date corespunzător eșan-

tionate se poate observa în general o tendință de convergență a curbelor spectrale calculate și dintre acestea se selectează cea mai apropiată de această tendință. Intervalele de încredere calculate în acord cu cele prezentate anterior, sînt în măsură să valideze sau să infirme peak-urile curbei spectrale a densității de putere ca fiind adevărate sau întîmplătoare datorite instabilității funcției de aproximare, iar gradul de detaliere maximă în curba spectrală este redat grafic la scara de reprezentare prin valoarea obținută cu ajutorul formulei (16) sub forma unui segment care indică rezoluția maximă.

TESTAREA METODEI PROPUSE DE ANALIZĂ SPECTRALĂ

În scopul stabilirii potențialității și a verificării finalității metodei de analiză, prezentate mai sus, s-au efectuat testări în cîteva cazuri teoretice (efecte anomale gravimetrice și magnetice produse de surse teoretice) și s-a aplicat și în cazul real al efectului gravimetric cumulat produs de o structură geologică complexă. Rezultatele acestor testări sînt prezentate succint în cele ce urmează.

TESTĂRILE ÎN CAZURI TEORETICE

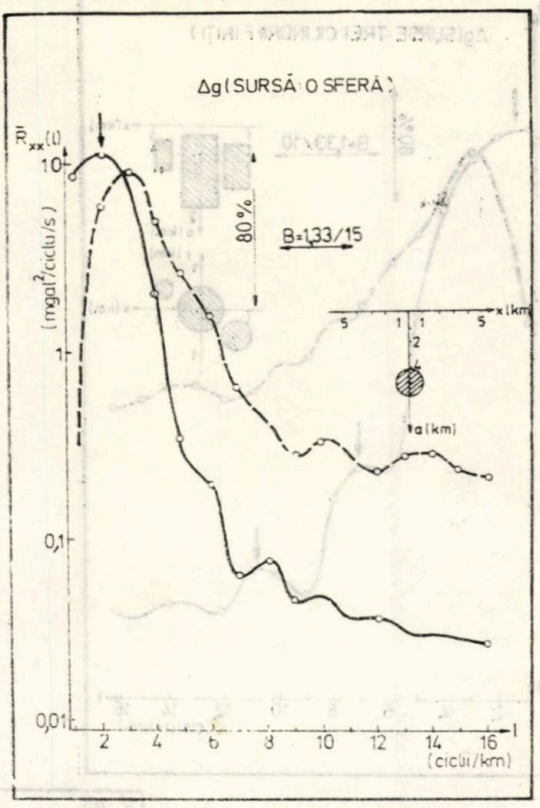
Au fost făcute pe un număr suficient de mare de cazuri pentru a fi concludente (19 cazuri). Pentru analiză s-au folosit efectele gravitaționale sau magnetice determinate în puncte distribuite în suprafață într-o matrice pătratică cu 32 $\times$ 32 valori, cu pas de eșantionare în general convenabil ales pentru a descrie suficient de bine efectele respective. Plecînd de la aceste date numerice s-au calculat profile medii radiale sau au fost selecționate profile transversale direcțiilor preferențiale de dezvoltare a efectelor (caracterizate prin 31 și respectiv 32 valori), în funcție de morfologia efectelor anomale.

Folosind seriile numerice astfel obținute s-au calculat valorile funcției de autocorelație pentru fiecare caz în parte. Luînd în considerare lungimea relativ redusă a seriilor numerice analizate au fost calculate valorile funcției de autocorelație pentru toate decalajele posibile. Pe baza acestor valori ale funcției de autocorelație au fost apoi determinate valorile funcției de densitate spectrală a puterii folosind în fiecare caz în parte cîte cinci valori ale lui M din intervalul $[0, j_{max} = 29]$. Valorile astfel determinate au permis construirea curbelor ce evidențiază variația funcției respective, folosind o scară semilogaritmică, graficele cuprinzînd și intervalele de încredere (pe verticală) ca și deschiderile ferestrelor spectrale (pe orizontală) luate în considerare.

Din cazurile teoretice studiate prezentăm cîteva mai reprezentative, ținînd cont în special de fidelitatea soluțiilor și mai puțin de stabilitatea lor, întrucît sîntem în situația limită a analizării unor serii numerice relativ foarte scurte, care nu permit în principiu stabilizarea estimatorului. În figurile 1—5 sînt reprezentate sursele de cîmp studiate precum și curbele de distribuție a densității spectrale de putere împreună cu intervalul de încredere și deschiderea ferestrei spectrale pentru fiecare caz

CURBELE FUNCȚIEI DE DISTRIBUȚIE A DENSITĂȚII SPECTRALE DE PUTERE PENTRU CAZUL CÎMPULUI GRAVITAȚIONAL PRODUS DE:

Fig. 1. — O sursă de tip sferă.



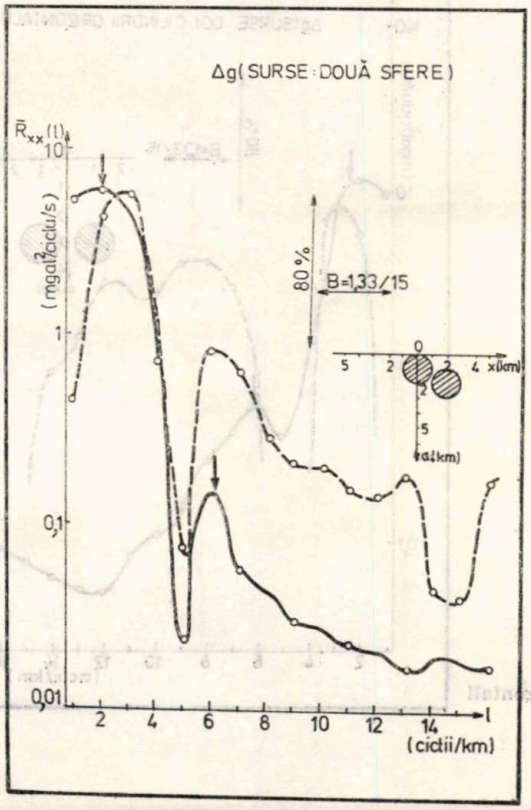


Fig. 2. — Două surse sferice.

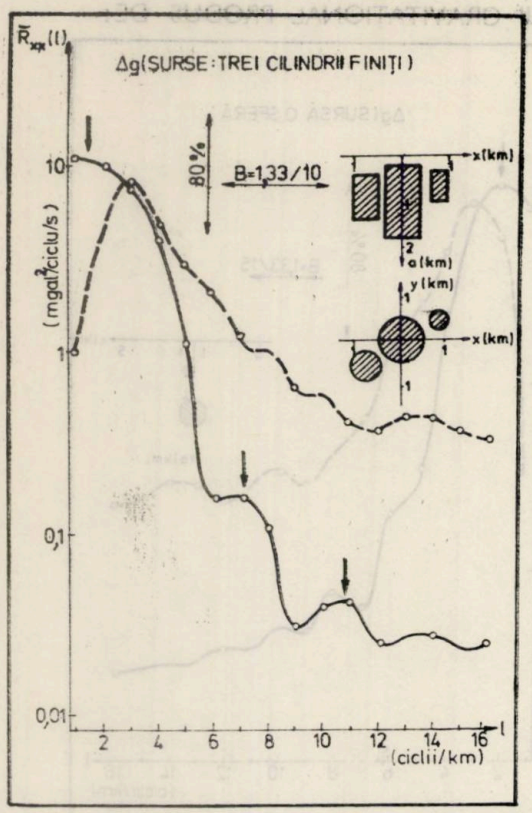


Fig. 3. — Trei surse cilindrii verticali finiți.

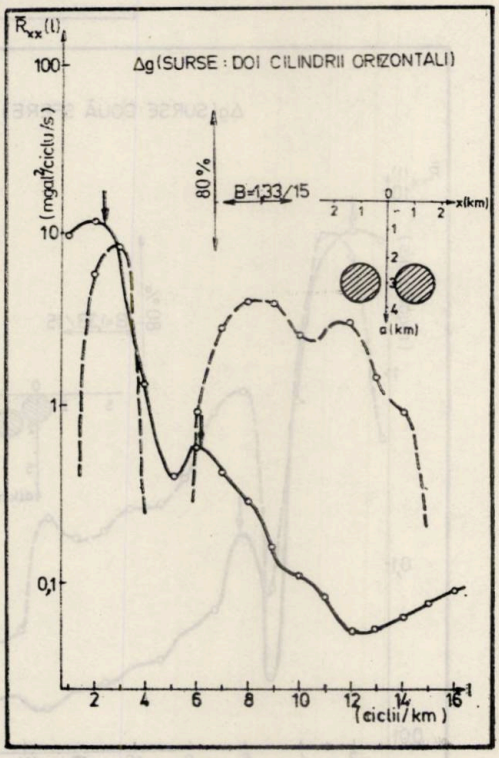


Fig. 4. — Două surse cilindrii orizontali

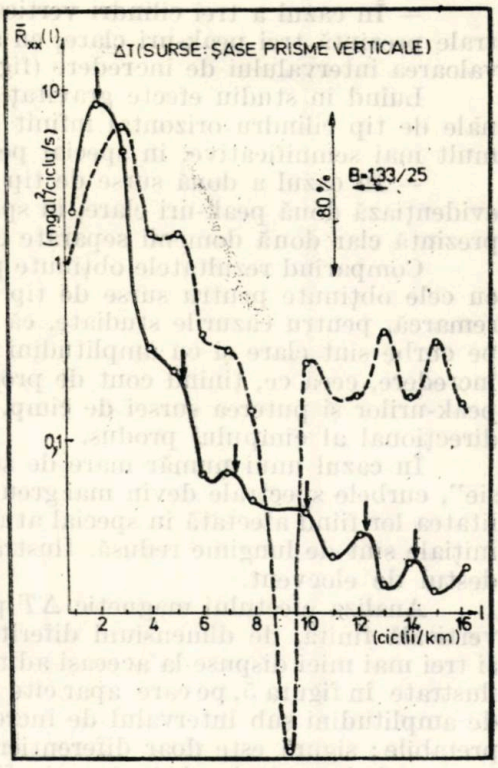


Fig. 5. — Curbele funcției de distribuție a densității spectrale de putere pentru cazul cîmpului magnetic produs de șase surse prisme verticale finite.

în parte. În toate cele 5 figuri curbele întrerupte reprezintă funcția de distribuție a densității spectrale de putere obținută pentru seria numerică a datelor inițiale filtrate cu un filtru diferențial de ordinul unu :

$$Y_t = X_t - X_{t-1}. \tag{17}$$

Filtru de tipul „taie jos" a fost folosit pentru a diminua efectele de joasă frecvență datorite lungimii finite a seriei numerice analizate. În exemplele prezentate se constată că în general această filtrare duce la îmbunătățirea rezultatelor analizei. Analiza rezultatelor prezentate în figurile 1—5 ne permite următoarele observații asupra semnificației curbelor spectrale de distribuție a densității de putere :

— În cazul cîmpului gravitațional produs de o sursă de tip sferă, curbele spectrale prezintă un maxim bine evidențiat, centrat pe o valoare mică a numărului de undă, valoare apropiată celei date de lungimea seriei analizate (fig. 1).

— Pentru două sfere ca surse de cîmp gravitațional, curbele spectrale evidențiază două peak-uri, mai clare la curba diferențială, unul centrat pe o valoare mică a numărului de undă corespunzătoare sursei mai adînci, al doilea pe o valoare medie, datorită sursei mai apropiate de suprafață (fig. 2).

Analiza a luat în considerare și surse tridimensionale cu simetrie axială, în particular cilindrii verticali finiți de secțiune circulară, încercîndu-se a se evidenția efectul de „emisie" direcțională a puterii.

— În cazul a trei cilindri verticali finiţi doar una din curbele spectrale prezintă trei peak-uri clare, cu amplitudini însă mici, apropiate de valoarea intervalului de încredere (fig. 3).

Luînd în studiu efecte gravitaţionale produse de surse bidimensionale de tip cilindru orizontal infinit extins s-au obţinut curbe spectrale mult mai semnificative, în special pe baza curbei spectrale diferenţiale.

— În cazul a două surse de tip cilindru orizontal curbele spectrale evidenţiază două peak-uri clare, în special curba diferenţială (fig. 4) care prezintă clar două domenii separate cu amplitudini comparabile.

Comparînd rezultatele obţinute pentru surse de tip cilindru vertical cu cele obţinute pentru surse de tip cilindru orizontal infinit extins, se remarcă, pentru cazurile studiate, că la surse de-al doilea tip peak-urile pe curbe sînt clare şi cu amplitudini superioare valorilor intervalelor de încredere, ceea ce, ţinînd cont de proporţionalitatea dintre amplitudinile peak-urilor şi puterea sursei de cîmp, constituie o dovadă a caracterului direcţional al cîmpului produs.

În cazul unui număr mare de surse, diferite şi ca „putere de emisie", curbele spectrale devin mai greu şi mai nesigur interpretabile, stabilitatea lor fiind afectată în special atunci cînd seriile numerice ale datelor iniţiale sînt de lungime redusă. Ilustrăm acest lucru doar pe un exemplu destul de elocvent.

Analiza efectului magnetic ΔT produs de şase surse de tip prismă verticală finită, de dimensiuni diferite, trei mari şi la adîncimi diferite şi trei mai mici dispuse la aceeaşi adîncime, a condus la curbele spectrale ilustrate în figura 5, pe care apar cîte şase peak-uri. Aceste peak-uri sînt de amplitudini sub intervalul de încredere şi deci mai puţin sigur interpretabile; sigură este doar diferenţierea în două categorii a surselor, pe baza curbei spectrale obţinute prin filtrare diferenţială.

Pentru cazurile în care puterea de rezoluţie este mai slabă şi deci rezultatul mai puţin cert, corespunzînd unor efecte generate de mai multe surse (3—6), o îmbunătăţire a rezultatelor analizei spectrale propuse se poate obţine, după cum s-a specificat principial anterior, prin lungirea seriei numerice a datelor iniţiale, micşorîndu-se pasul de eşantionare al efectelor cumulate.

APLICAREA METODEI ÎNTR-UN CAZ REAL

Este exemplificată prin rezultatele studierii unui profil gravimetric din partea centrală a Munţilor Bihor, profil direcţionat NE—SV, caracteristic pentru structura geologică din această zonă şi pentru modul ei de reflectare în anomalia Bouguer *. Menţionăm faptul că au fost analizate prin metoda prezentată mai sus mai multe profile gravimetrice alegîndu-se pentru prezentare cel mai caracteristic (atît geologic cît şi gravimetric). Structura geologică a zonei este bine cunoscută în urma cercetărilor geologice şi geofizice complexe, numeroase şi amănunţite.

Secţiunea geologică (fig. 6 a) evidenţiază prezenţa unei structuri destul de complexe, cu varietăţi mari de roci şi formaţiuni geologice, cu

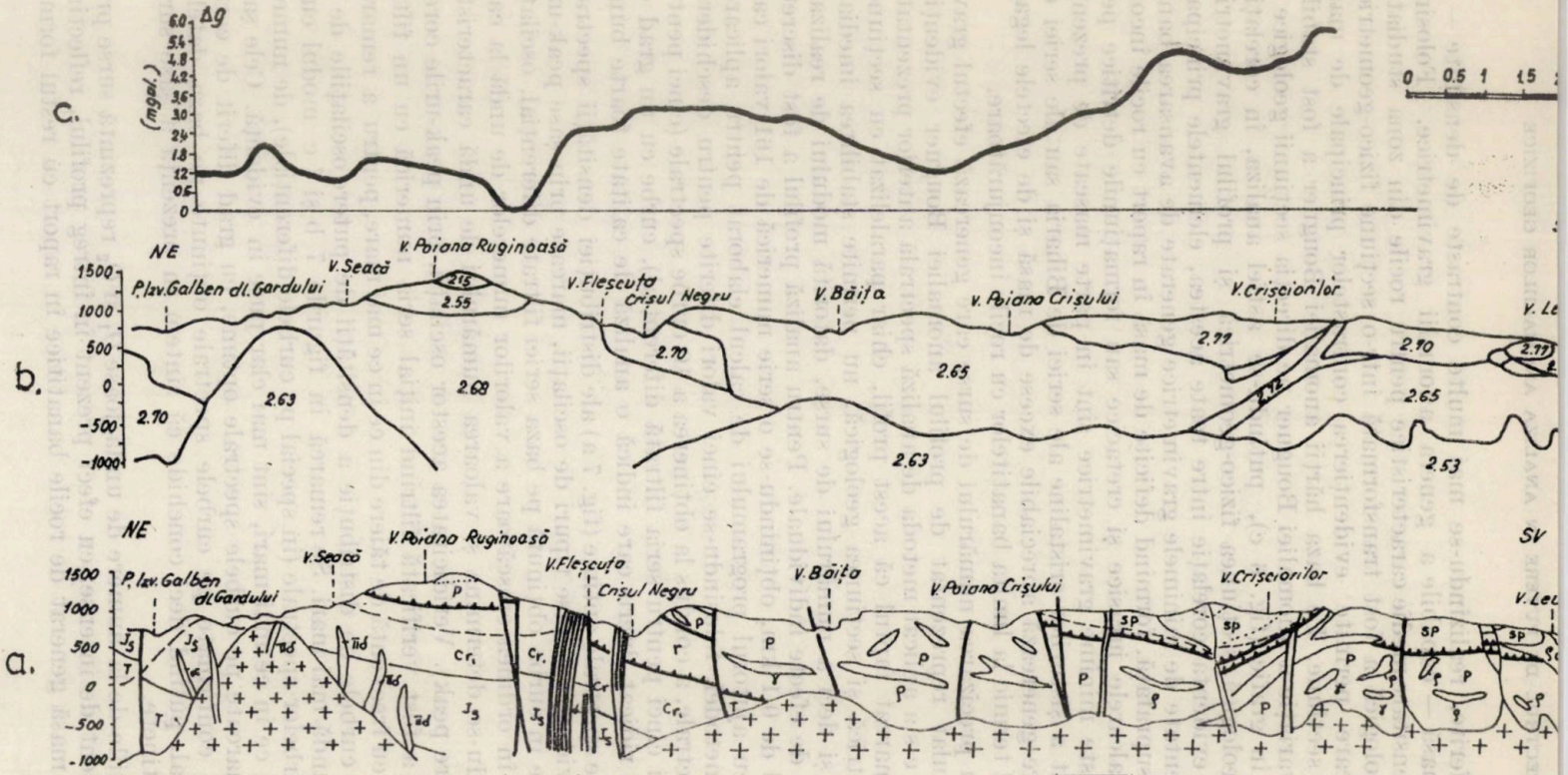
* (1976) — Raport de sinteză asupra lucrărilor efectuate pentru sulfuri polimetalice în Munţii Bihor. Arhiva IGPSMS.

densităţi diferite, realizîndu-se mai multe contraste de densitate — şi corelat de masă — capabile a genera anomalii gravimetrice. Folosind valorile de densitate medie caracteristice pentru rocile din zona studiată, secţiunea geologică a fost transformată într-o secţiune fizico-geometrică (fig. 6 b), care permite evidenţierea contrastelor principale de masă prezente în secţiune. Pe baza hărţii anomaliei Bouguer a fost stabilit profilul de variaţie a anomaliei Bouguer pe direcţia secţiunii geologice şi reprezentat în grafic (fig. 6 c), putîndu-se astfel analiza, în corelaţie, secţiunea geologică, secţiunea fizico-geometrică şi profilul gravimetric. Se remarcă evidenta corelaţie între toate acestea, elementele principale fiind reprezentate de minimele gravimetrice generate de avansarea banatitelor spre suprafaţă, formînd deficite de masă în raport cu rocile înconjurătoare (calcarele jurasice şi cretacice sau formaţiunile detritice permiene). Aceste minime gravimetrice sînt în parte mascate de prezenţa în afloriment a şisturilor cristaline ale seriei de Biharia sau ale seriei de Păiuşeni care generează apreciabile excese de masă şi de efectele legate de contactul termic la limita banatitelor cu rocile înconjurătoare.

Pentru precizarea numărului de surse care generează efectul gravimetric cumulat reprezentat de profilul anomaliei Bouguer evidenţiat în figura 6 c s-a aplicat metoda de analiză spectrală anterior prezentată. Este de remarcat faptul că acest profil, chiar paralelizat cu secţiunea fizico-geometrică şi secţiunea geologică, nu permite stabilirea imediată a corelaţiei şi deci a numărului de surse, datorită modului de realizare a cumulului de efecte individuale. Pentru analiză profilul a fost discretizat cu pasul de 0,1 km, obţinîndu-se o serie numerică de 161 valori care prelucrată cu ajutorul programului de calcul elaborat pentru aplicarea efectivă a metodei, folosindu-se cinci valori diferite pentru deschiderea ferestrei spectrale, a condus la obţinerea a 10 curbe spectrale (cinci pentru seria dată şi cinci pentru seria filtrată diferenţial), curbe cu un grad de convergenţă ridicat, lucru care indică o analiză de calitate foarte bună.

Curbele spectrale optime (fig. 7 a) ale distribuţiei densităţii spectrale de putere evidenţiază şase tipuri de oscilaţii, marcate prin şase peak-uri, mai evidente în curba obţinută pe baza seriei filtrate diferenţial, oscilaţii numerotate în ordinea crescătoare a valorilor numerelor de undă la care apar (putîndu-se determina şi valoarea numărului de undă caracteristic pentru fiecare peak). Veridicitatea acestor oscilaţii, prin peak-urile corespunzătoare, a fost verificată filtrînd iniţial seria numerică cu un filtru „trece sus", cu frecvenţă de tăiere din ce în ce mai mare, pentru a remarca mai clar în curbele de distribuţie a densităţii de putere oscilaţiile de la numere de undă mai mari. Se remarcă în figurile 7 b şi 7 c modul cum oscilaţiile curbelor spectrale (în special pe curbele diferenţiale), de numere de undă din ce în ce mai mari, sînt mai clar puse în evidenţă. Cele şase oscilaţii remarcate pe curbele spectrale optime, cu grad diferit de certitudine, sînt confirmate pe curbele spectrale obţinute pe baza datelor filtrate iniţial, putînd deci conchide că sîntem în prezenţa a şase surse anomale distincte.

Oscilaţiile de la numere de undă joase O_1 şi O_2 reprezintă surse profunde, suficient de intense, cu efect prezent în întreg profilul, reflectînd deficitul de masă generat de rocile banatitice în raport cu restul forma-



2,63 Granodiorite și porfire granodioritice (magmatism banatitic); 2,65 Conglomerate și gresii argilitice permiene; 2,68 Calcare (Jurasic superior, Cretacic superi

2,70 Calcare, dolomite și conglomerate triasice, șisturi filitice, cuartite, roci porfirogene; 2,72 Riodacite (magmatism Cretacic superior Poleogen); 2,77 Șisturi cloritoase, șisturi cu albitice și ortoamfibolite

Fig. 6. a. Secțiune geologică; b. Secțiune fizico-geometrică; c. Profil gravimetric prin zona centrală a Munților Bihor.

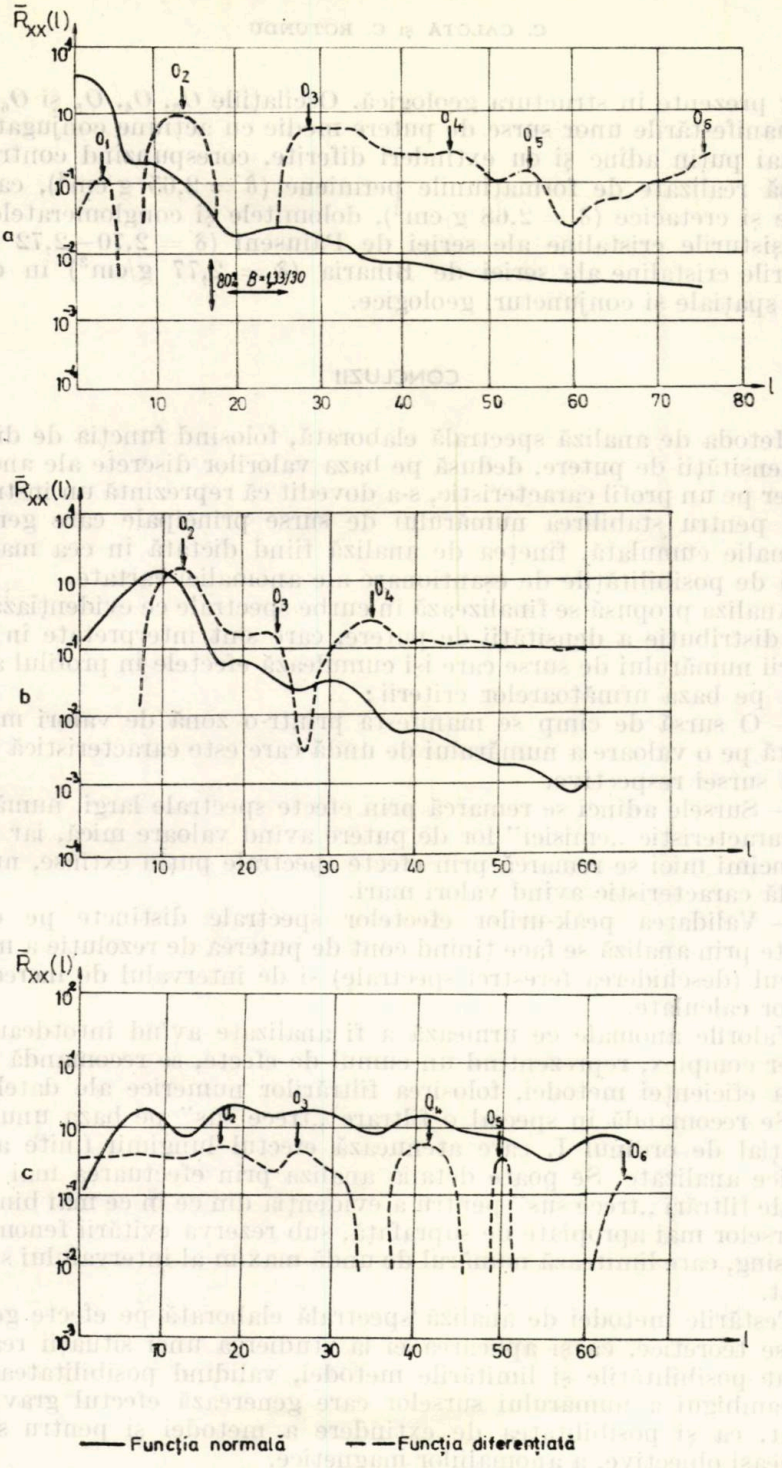


Fig. 7.—Curbele de distribuţie a densităţii spectrale de putere rezultate din analiza profilului gravimetric din zona centrală a Munţilor Bihor.

ţiunilor prezente în structura geologică. Oscilaţiile O_3, O_4, O_5 şi O_6 reprezintă manifestările unor surse de putere medie cu acţiune conjugată, dispuse mai puţin adînc şi cu extinderi diferite, corespunzînd contrastelor de masă realizate de formaţiunile permiene ($\delta = 2{,}65$ g/cm^3), calcarele jurasice şi cretacice ($\delta = 2{,}68$ g/cm^3), dolomitele şi conglomeratele jurasice + şisturile cristaline ale seriei de Păiuşeni ($\delta = 2{,}70-2{,}72$ g/cm^3) şi şisturile cristaline ale seriei de Biharia ($\delta = 2{,}77$ g/cm^3) în diverse poziţii spaţiale şi conjuncturi geologice.

CONCLUZII

Metoda de analiză spectrală elaborată, folosind funcţia de distribuţie a densităţii de putere, dedusă pe baza valorilor discrete ale anomaliei Bouguer pe un profil caracteristic, s-a dovedit că reprezintă un instrument eficace pentru stabilirea numărului de surse principale care generează o anomalie cumulată, fineţea de analiză fiind dictată în cea mai mare măsură de posibilităţile de eşantionare ale anomaliei cartate.

Analiza propusă se finalizează în curbe spectrale ce evidenţiază funcţia de distribuţie a densităţii de putere, care sînt interpretate în scopul stabilirii numărului de surse care îşi cumulează efectele în profilul anomal studiat pe baza următoarelor criterii :

— O sursă de cîmp se manifestă printr-o zonă de valori maxime, centrată pe o valoare a numărului de undă care este caracteristică pentru cîmpul sursei respective.

— Sursele adînci se remarcă prin efecte spectrale largi, numărul de undă caracteristic „emisiei" lor de putere avînd valoare mică, iar sursele cu adîncimi mici se remarcă prin efecte spectrale puţin extinse, numărul de undă caracteristic avînd valori mari.

— Validarea peak-urilor efectelor spectrale distincte pe curbele obţinute prin analiză se face ţinînd cont de puterea de rezoluţie a metodei de calcul (deschiderea ferestrei spectrale) şi de intervalul de încredere al valorilor calculate.

Valorile anomale ce urmează a fi analizate avînd întotdeauna un caracter complex, reprezentînd un cumul de efecte, se recomandă pentru mărirea eficienţei metodei, folosirea filtrărilor numerice ale datelor iniţiale. Se recomandă în special o filtrare „trece sus" pe baza unui filtru diferenţial de ordinul I, care atenuează efectul lungimii finite a seriei numerice analizate. Se poate detalia analiza prin efectuarea mai multor tipuri de filtrări „trece sus" pentru a evidenţia din ce în ce mai bine efectele surselor mai apropiate de suprafaţă, sub rezerva evitării fenomenului de aliasing, care limitează numărul de undă maxim al intervalului spectral analizat.

Testările metodei de analiză spectrală elaborată pe efecte generate de surse teoretice, ca şi aplicarea ei la studierea unei situaţii reale, au verificat posibilităţile şi limitările metodei, validînd posibilitatea stabilirii neambigui a numărului surselor care generează efectul gravimetric analizat, ca şi posibilitatea de extindere a metodei şi pentru studiul, cu aceleaşi obiective, a anomaliilor magnetice.

Primit la redacţie la 10 septembrie 1981

BIBLIOGRAFIE

BLACKMAN, R.B. and TUKEY, I.W (1959). *The measurement of power spectra*, Dover Publ. Inc. New York.

BARTLETT, M.S. (1975). *An introduction to stochastic processes*, Cambridge Univ. Press.

BOTEZATU R. şi CALOTĂ C. (1968). *Asupra semnificaţiei geologice a unor mărimi statistice în analiza datelor gravimetrice*. Stud. cerc. geol. geofiz., geogr., Seria Geofizică, **6**, pp. 135—146.

BOTEZATU, R., CALOTĂ C. and CONSTANTINESCU L. (1976). *An integrated approach in processing and interpreting a geophysical traverse in Romania*. Rev. Roum. Géol. Géoph. et Géogr. Géophysique, **20**, pp 13—31.

GÎRLAŞU, S. (1977). *Introducerea operatorului linear al densităţii spectrale*. Lucr. simpozion de informatică şi conducere, Cluj-Napoca.

HORTON, C.W., HEMPKINS, D.B. and HOFFMAN, A.A.J. (1964). *A statistical analysis of some aeromagnetic maps from the northwestern Canadian Shield*, Geophysics **XXIX** 4, pp. 582—601.

JENKINS, G.M. and WATTS, D.G. (1968). *Spectral analysis and its applications*, Holden Day Series, San Francisco.

SCHIOP, A.J. (1978). *Analiza unor metode de discretizare*. Edit. Academiei ,Bucureşti.

A WAY OF USING THE POWER SPECTRUM OF THE ANOMALIES OF POTENTIAL FIELDS FOR THEIR QUANTITATIVE INTERPRETATION

(ABSTRACT)

This paper deals with a way of using the distribution function of spectral density of power in the case of gravity or magnetic anomalies in order to establish the number of the main sources that cause them. It continues and completes the work carried out in the last decade in Romania in relation to the problem of establishing the number of the main sources that produce a gravity or magnetic anomaly, using a quantity of energetic character.

There are mentioned the characters of the gravity or magnetic signal analysed: potential, local, specialized, stochastic, stationary and ergotic. These characters enable the treatment of the signal by statistical means, namely the calculation of the power spectrum using the autocorrelation function of the analysed signal, starting with the numerical random series — the gravity or magnetic profile.

The theoretical background of the proposed method of analysis is pointed out and the parameters which control the quality of the analysis and the effective procedure for practical application are indicated. The last part presents the results obtained by testing the method in several theoretical cases and also in a real case — the gravity anomaly mapped in the central part of the Bihor Mountains.

By verifying the performances and limitations of the new method, these test-applications demonstrated its capacity of establishing unambiguously the number of sources that generated a gravity or magnetic effect.

DATE NOI PRIVIND PERIODICITATEA CUTREMURELOR DIN VRANCEA ȘI ÎNCERCĂRI DE EXPLICARE TECTONOFIZICĂ A ACESTEIA

D. ENESCU

Centrul de fizica Pămîntului și seismologie
București-Măgurele, C.P. MG-2, România

După cum se știe (Constantinescu și Enescu, 1962, 1963), cutremurele subcrustale (intermediare) din regiunea Vrancea se împart, din punctul de vedere al mecanismului de producere, în două categorii principale. Una din aceste categorii conține cutremurele pentru care componenta orizontală a stressului de comprimare în focar este orientată după direcția SE—NV. Cea de-a doua categorie se referă la cutremurele pentru care componenta orizontală a stressului de comprimare în focar are direcția SV—NE.

Considerăm util a analiza variația în timp a tipului dominant (în sensul arătat mai sus) de mecanism al cutremurelor vrîncene.

Să notăm cu N_1 numărul de cutremure dintr-un anumit interval de timp Δt pentru care soluțiile de mecanism se încadrează în prima categorie și cu N_2 numărul de cutremure din același interval de timp Δt pentru care soluțiile de mecanism se încadrează în cea de-a doua categorie. Variația în timp a tipului dominant de mecanism am exprimat-o cu ajutorul mărimii :

$$\nu = \sqrt{\frac{(N_1 - N_2)^2}{N}} = \frac{N_1 - N_2}{\sqrt{N}}, \qquad (1)$$

în care N este numărul total de soluții de mecanism din intervalul de timp Δt.

Am folosit soluțiile de mecanism pentru cutremure produse în regiunea Vrancea în perioada 1930—1979 (Constantinescu și Enescu, 1962, 1963 ; Enescu, 1962, 1980 ; Ritsema, 1974 ; Radu, 1974 ; Radu și Oncescu, 1980[1]) și am calculat mărimea ν pentru intervale de timp $\Delta t = 5$ ani. Rezultatele obținute sînt reprezentate în figura 1.a.

Analiza figurii 1.a conduce la constatarea interesantă că în intervalul 1930—1949 a dominat prima categorie de mecanism (stress de comprimare orientat SE—NV), iar în intervalul 1950—1969 a dominat cea de-a doua categorie (stress de comprimare orientat SV—NE). Din anul 1970 a început o nouă perioadă de dominare a primei categorii de meca-

[1] Radu C., Oncescu M.C. (1980), *Soluțiile de mecanism focal ale cutremurelor românești și corelația lor cu tectonica*. Contract CSEN/CFPS, Tema 30.78.3/1980.

nism (fig. 1.a). Calculul mărimii ν pentru intervale de timp $\Delta t = 1$ an din perioada 1976—1981 arată (fig. 2 a) că perioada (intervalul de timp) de dominare a primei categorii de cutremure a continuat pînă în anul 1981 și probabil va mai continua.

În figura 1. b am reprezentat magnitudinile $M > 6$ pentru aceeași perioadă de timp (1930—1979).

Compararea datelor din figura 1.a cu cele din figura 1.b conduce la constatarea interesantă că în intervalele de dominare a primei categorii de mecanism s-au produs cutremure cu vîrfuri de magnitudine mai mari de 6 ($M_{max} > 6$), iar în intervalul de dominare a celei de-a doua categorii de mecanism, magnitudinea maximă a cutremurelor din Vrancea n-a depășit valoarea 6 ($M_{max} < 6$).

Evident, această constatare este interesantă, dar ea nu poate constitui o concluzie fermă atîta timp cît datele se referă la o perioadă de timp relativ scurtă față de durata unui asemenea ciclu (fig. 1).

Cum nu există soluții de mecanism pentru cutremure mai „vechi", singura cale de a încerca o confirmare a existenței acestei ciclicități este aceea de a extrapola în trecut separarea făcută în figura 1.b. Această extrapolare în trecut este prezentată în figura 3.

Pentru a asigura o precizie mai ridicată am luat în considerare datele existente de la anul 1600 (mai precis de la anul 1604) pînă în prezent. Valorile magnitudinilor cutremurelor sînt cele prezentate de Radu (1982).

Se observă (fig. 3) o alternanță aproape matematică a intervalelor de timp cu $M_{max} > 6$ cu cele de $M_{max} < 6$.

Aceste intervale au lungimi de 17—21 ani, adică în concordanță bună cu datele din figura 1. Din cele 20 de intervale, numai două fac excepție din punctul de vedere al lungimii lor: unul cu o lungime de 11 ani și celălalt de 25 ani (fig. 3).

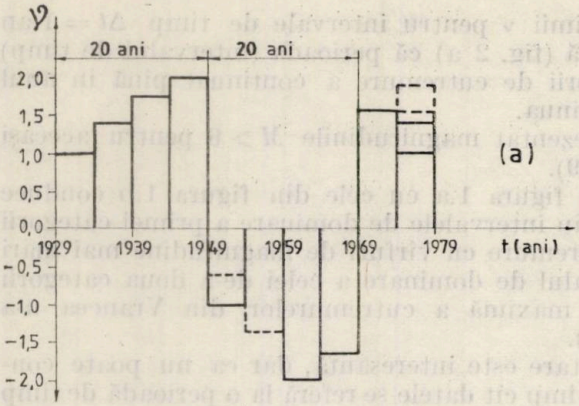
Pentru a da un plus de încredere în cele constatate, am continuat extrapolarea făcută în figura 3 cu aproape încă două secole în urmă (mai mult nu este posibil, întrucît datele sînt incomplete și nesigure). Din lipsă de spațiu grafic nu putem prezenta graficul respectiv. Cu o singură excepție foarte puțin însemnată, această extrapolare confirmă datele din figura 3 și, implicit, pe cele din figura 1.

Stabilirea caracteristicilor acestei periodicități a cutremurelor intermediare vrîncene (fig. 1—3) permite și o extrapolare în viitor a datelor.

Valoarea cea mai frecventă și valoarea medie a lungimii intervalelor de timp cu $M_{max} > 6$ și $M_{max} < 6$ (fig. 3) reprezintă valorile cele mai probabile ale lungimii intervalelor de timp Δt_e ce trebuie folosite la extrapolarea în viitor. Rezultă: pentru intervalele cu $M_{max} > 6$, $\Delta t_e = 17—19$ ani; pentru intervalele cu $M_{max} < 6$, $\Delta t_e = 17—18$ ani.

Extrapolarea în viitor, făcută în figura 3, arată că magnitudinea cutremurelor vrîncene care se vor produce în intervalele de timp (aproximative) 1989—2005; 2023—2039 și 2057—2074 nu va depăși valoarea 6 ($M_{max} < 6$), iar în intervalele 2006—2022; 2040—2056 și 2075—2093 magnitudinea maximă va depăși valoarea 6 ($M_{max} > 6$).

Extrapolarea din figura 3 se referă și la intervalul de timp în care ne aflăm. Astfel, se observă (fig. 3) că acest interval se întinde, aproximativ, pînă în anul 1988. Cum în majoritatea intervalelor de timp caracterizate de $M_{max} > 6$ s-au produs cel puțin două cutremure cu magnitudini



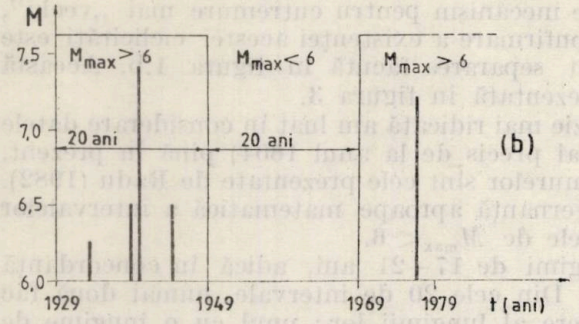
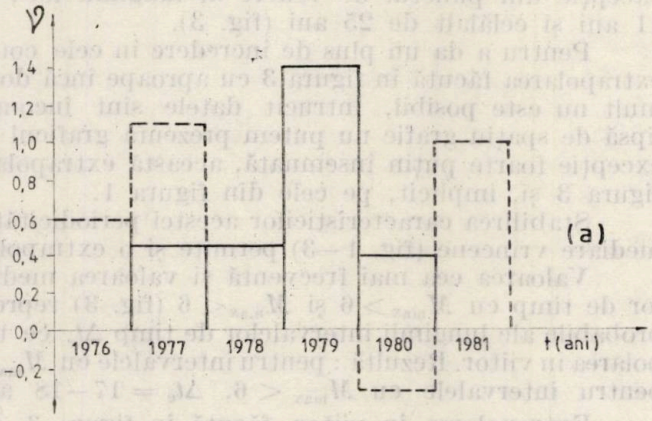


Fig. 1. — a) Variația în timp (pe perioada 1930—1979) a factorului ν care indică tipul de mecanism dominant : $\nu > 0$ arată dominanța categoriei în care stressul de comprimare este orientat SE—NV ; $\nu < 0$ indică dominanța categoriei în care stressul de comprimare este orientat SV—NE. Pentru intervalele 1950—1954 ; 1955—1959 rezultatele sînt prezentate în două variante, iar pentru intervalul 1975—1979 în patru variante. Toate variantele conduc la aceeași concluzie. b) Distribuția magnitudinilor $M > 6$ pe aceeași perioadă de timp (1930—1979).

Notarea anilor pe figură s-a făcut acolo unde se termină anii respectivi.



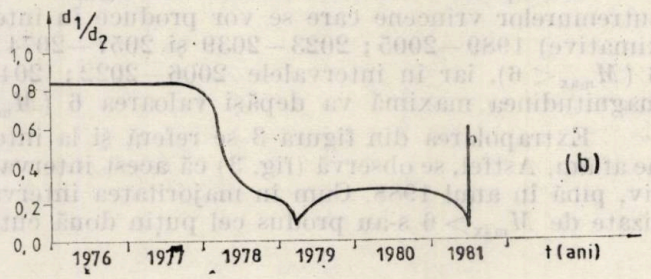


Fig. 2. — a) Variația în timp (pe perioada 1976—1981) a factorului ν. b) Curba de variație a raportului dintre dimensiunile geometrice maxime ale anomaliilor cîmpului de stress a două fracturi reciproc perpendiculare obținută de Apostol și Molnar-Veress (1981) într-o zonă situată în interiorul curburii Carpaților Orientali.

Notarea anilor s-a făcut pe intervalele corespunzătoare.

mai mari de 6, este probabil ca pînă prin anul 1988 să se mai producă un cutremur în Vrancea cu $M \geqslant 6$ dar care nu va depăși valoarea 6,5, cutremur ce nu va prezenta nici un pericol pentru oameni și construcții, întrucît acesta ar genera o energie de aproximativ 10—50 ori mai mică decît energia generată de puternicul cutremur din 4 martie 1977.

Merită să subliniem faptul că rezultatele prezentate în această lucrare privind extrapolarea în viitor a datelor sînt în bună concordanță cu cele obținute de Enescu et al. (1973, 1974) în prima încercare de predicție statistică a cutremurelor vrîncene pentru acest secol și secole viitoare.

Referitor la cele două categorii principale de mecanism de producere a cutremurelor din Vrancea, se poate considera (Ritsema, 1974) că stressul de comprimare orientat SE—NV ar fi indus de mișcarea microplăcii Anatoliei, iar cel orientat SV—NE ar fi indus de mișcarea plăcii africane. Datele din figura 1 arată că există o alternanță în timp a dominației celor două cîmpuri de stress.

Cîmpul de stress indus de mișcarea microplăcii Anatoliei (împinsă la rîndul ei de placa arabică) pare să fie responsabil de producerea cutremurelor puternice ($M > 6$) din Vrancea și de producerea unora din cele slabe ($M < 6$) din această regiune. De producerea celorlalte cutremure slabe ar fi responsabil cîmpul de stress indus de mișcarea plăcii africane. Aceasta, împreună cu alternanța în timp a dominanței celor două cîmpuri de stress, contribuie, probabil, la periodicitatea semnalată în figura 3.

Dacă într-adevăr există o legătură între mișcările plăcilor africană, arabică și microplăcii Anatoliei, pe de o parte, și periodicitatea cutremurelor din Vrancea, pe de altă parte, ar putea rezulta că și mișcările acestor unități tectonice sînt caracterizate de anumite periodicități, de perioade de maxim și pericade de minim.

Comparînd forma curbei (graficului Benioff) de eliberare în timp a energiei cutremurelor din Vrancea cu aceea a curbei de eliberare în timp a energiei cutremurelor din Turcia și Balcani, construite pentru perioada 1900—1980, Apostol și Molnar-Veress (1981[2]) găsesc asemănări care ar avea „consecințe importante pentru predicția seismelor majore din Vrancea".

Construind cele două curbe, pe baza datelor din cataloagele de cutremure publicate de Kárnik (1971), Constantinescu și Mârza (1980) și Radu (1982), pe o perioadă de timp mai lungă (1800—1980), am constatat că, cel puțin pentru secolul 19, nu mai apar asemănări între ele, ceea ce ne face să presupunem că procesele implicate sînt totuși mai multe și mai complicate decît au considerat Apostol și Molnar-Veress (1981[2]). Complexitatea problemei provine în foarte mare măsură și din participarea la aceste procese tectonofizice a unei mulțimi de microplăci aflate între plăcile africană și arabică, pe de o parte, și eurasiatică pe de altă parte.

Într-o asemenea situație, presupunerea făcută mai sus privind periodicitatea mișcărilor celor trei unități tectonice (africană, arabică și Anatoliei) trebuie privită cu puțină încredere. Caracteristicile periodicității cutremurelor vrîncene, semnalate în figurile 1 și 3 reprezintă însă o certitudine.

---

[2] Apostol A., Molnar Veress M. (1981), *Studiul unor fenomene geofizice cu implicații în predicția cutremurelor.* Raport IGG, 1981

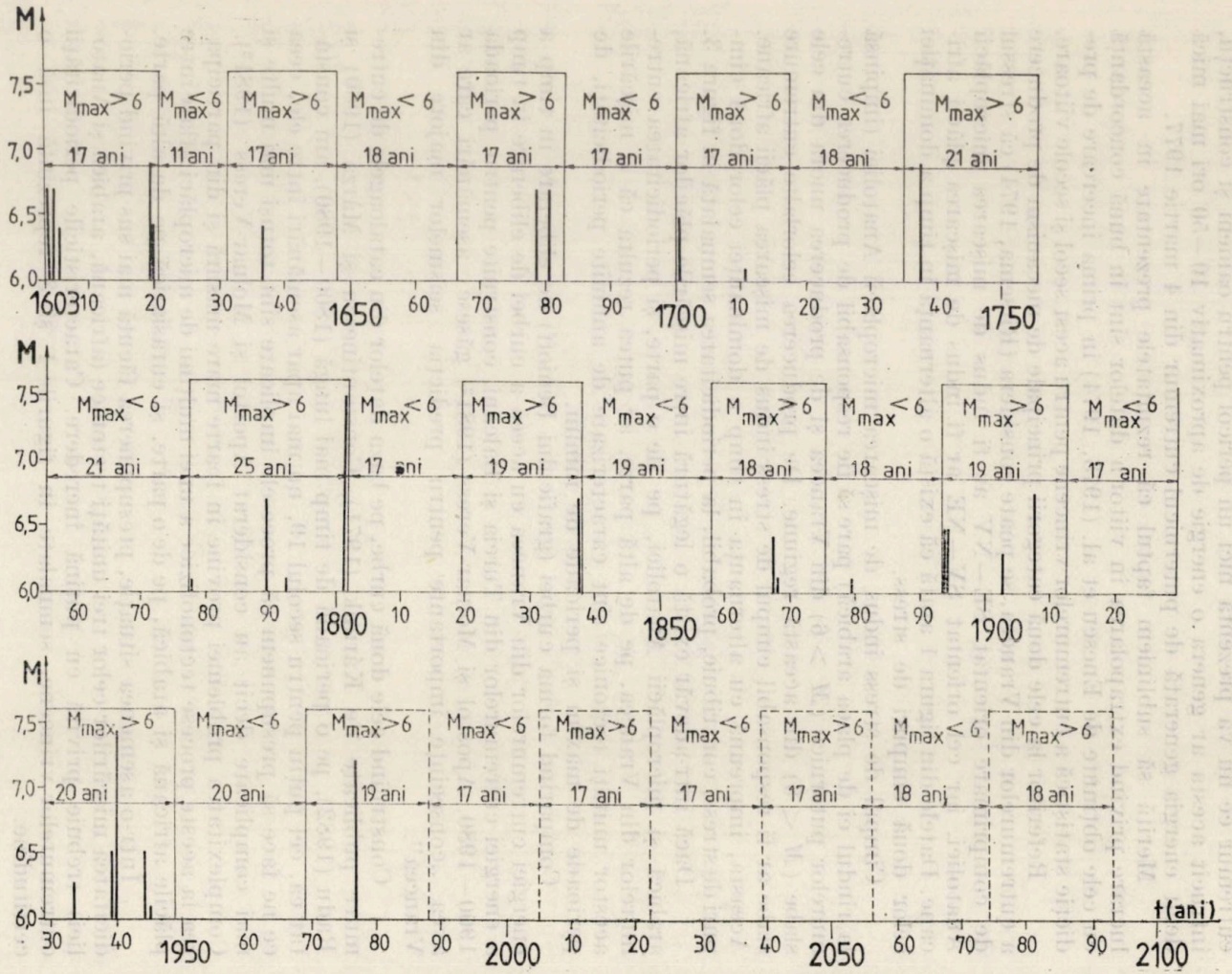


Fig. 3.—Caracteristici ale periodicității cutremurelor din Vrancea pentru perioada 1604—1981. Extrapolarea în viitor a datelor.
Notarea anilor pe figură s-a făcut acolo unde se termină anii respectivi.

În figura 2 b este prezentată curba de variaţie a raportului dintre dimensiunile geometrice maxime (d_1 şi d_2) ale anomaliilor cîmpului de stress a două fracturi reciproc perpendiculare, obţinută de Apostol şi Molnar-Veress (1981[2]) într-o zonă situată în interiorul curburii Carpaţilor Orientali. Autorii curbei din figura 2 b consideră că în perioada 1976—1977, cînd raportul d_1/d_2 a avut valori de aproximativ 0,8, a dominat un cîmp de stress de comprimare orientat SE—NV, iar în perioada 1978 — mijlocul anului 1981 regimul de variaţie s-a schimbat marcînd dominarea unui cîmp de stress de comprimare orientat SV—NE, precum şi faze de tranziţie (fig. 2 b) caracterizate de un cîmp de stress de tensiuni. Datele oferite de soluţiile de mecanism de producere a cutremurelor vrîncene (fig. 2a) indică, însă, că în toată această perioadă (1976—1981) a dominat cîmpul de stress de comprimare orientat SE—NV. Discordanţa nu este categorică, întrucît în anul 1980 este o ambiguitate (fig. 2a), iar pentru anul 1981 nu s-a studiat, pînă în prezent, decît un singur cutremur.

Este posibilă şi situaţia ca în cadrul intervalului (ferestrei) de timp $\Delta t = 5$ ani să existe intervale mai mici (de exemplu, $\Delta t = 1$ an) în care tipul dominant de mecanism să fie opus tipului dominant pe întreg intervalul de 5 ani. Numărul mic de soluţii de mecanism n-a permis însă o asemenea detaliere pentru întreaga perioadă cercetată, detaliere care să prezinte, evident, şi un grad de încredere acceptabil.

Primit la redacţie 25 IV 1981
Revizuit 4 VI 1983

BIBLIOGRAFIE

CONSTANTINESCU LIVIU, ENESCU D. (1962), *Nature of faulting and stres pattern at the foci of zone Carpathian — Arc — Bend earthquakes.* Rev. Géol. Géoph., Géogr, **6**, 1, 157—188.

CONSTANTINESCU LIVIU, ENESCU D. (1963), *Caracteristicile mecanismului cutremurelor carpatice şi implicaţiile lor seismotectonice.* Studii şi cercetări de geofizică, *1*, 51—98.

CONSTANTINESCU LIVIU, MÂRZA I.V. (1980), *A Computer — Compiled and Computer — Oriented Catalogue of Romania's Earthquakes during a Millennium (984—1979)*, Rev. roum. géol., géoph, géogr., géophysique, **24**, *2*, 193—233.

ENESCU D. (1962), *Sursa seismică teoretică echivalentă focarelor unor cutremure din Vrancea*, Com. Acad. R.P.R., **12**, *12*, 1279—1290.

ENESCU D., (1980), *Contributions to the knowledge of the focal mechanism of the Vrancea strong earthquake of March 4, 1977.* Rev. Roum. Géol.,Géoph., Géogr., Série Géophysique, **24**, *1*, 3—18.

ENESCU D. et al (1973/1974), *Contributions to the statistical prediction of Vrancea earthquakes.* Rev. Roum. Géol., Géoph., Géogr., Série Géophysique **18**/1974. În limba română, în Raportul IGA, tema 2 b/1973, capitolele 1 şi 2.

KÀRNIK V. (1971), *Seismicity of the European Area.* Academia Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences, Praha.

RITSEMA A.R. (1974), *The earthquake mechanism of the Balkan Region*, UNESCO UNDP Project REM 70/172, De Bilt.

RADU C., (1974), *Contribution à l'étude de la séismicité de la Roumanie et comparaison avec la séismicité du Bassin Méditerranéen et en particulier avec la séismicité du sud-est de la France*, Thèse Dr. Sci., Université de Strasbourg.

RADU C., (1982), *Seismicitatea teritoriului României şi în special a regiunii Vrancea.* În *Cutremurul de pămînt din România de la 4 martie 1977.* Editori : St. Bălan, C. Cristescu, I. Cornea). Editura Academiei, Bucureşti, 1982.

NOUVELLES DONNÉES CONCERNANT LA PÉRIODICITÉ DES TREMBLEMENTS DE TERRE DE VRANCEA ET TENTATIVES D'EXPLICATION TECTONOPHYSIQUE DE CETTE PÉRIODICITÉ

(RÉSUMÉ)

Conformément à une simple statistique concernant les caractéristiques des solutions de mécanisme des tremblements de terre de Vrancea, on constate une intéressante alternance en temps (fig. 1.a) de la prédominance de deux types de mécanisme qui caractérisent ces tremblements de terre. Cette alternance coincide avec une alternance des intervalles de temps avec $M_{max} > 6$ et $M_{max} < 6$ (fig. 1.b).

Pour confirmer cette constatation, l'auteur extrapole dans le passé (jusqu'au 15^{e} siècle) cette séparation en intervalles quasi égaux de $M_{max} > 6$ et $M_{max} < 6$ (fig. 3).

Ces constatations ont permis l'extrapolation dans le futur des données et l'obtention de quelques résultats concernant la prédiction à longue échéance des tremblements de terre de Vrancea (fig. 3).

Dans la dernière partie du travail on fait une corrélation entre la périodicité des tremblements de terre de Vrancea et les données tectonophysiques concernant les mouvemements des plaques africaine, arabe, microplaque anatolienne ainsi que d'autres microplaques.

ANALIZA UNDELOR CODA PENTRU CUTREMURE LOCALE

C. RADU, OLIVIA BAZACLIU, VICTORIA OANCEA

Centrul de fizica Pămîntuiui și seismologie,
C.P. MG-2, București, România

INTRODUCERE

Observațiile seismice asupra cutremurelor locale arată că mișcarea solului, după sosirea undelor de volum, se atenuează încet în timp, dînd naștere undelor coda.

Aki (1969) a explicat apariția undelor coda prin suprapunerea undelor secundare generate la incidența undelor primare cu neomogenitățile crustei din jurul stației și focarului.

Deoarece undele coda oferă posibilități multiple pentru studiul proprietăților sursei seismice, ne-am propus să analizăm o serie de proprietăți ale acestor unde pe baza cutremurelor intermediare din regiunea Vrancea.

AMPLITUDINEA ÎNFĂȘURĂTOAREI CODA CA FUNCȚIE DE TIMP ȘI FRECVENȚĂ

Studiul undelor coda se bazează în principal pe două observații importante (Aki, 1969; Rautian și Khalturin 1976, 1978). Prima arată că forma înfășurătoarei coda, într-o anumită bandă de frecvență, este foarte stabilă, independent de distanța epicentrală, adîncimea focarului și ceilalți parametri ai sursei seismice. Ceea ce diferă de la un cutremur la altul pentru aceeași stație, sau de la o stație la alta pentru același cutremur, este amplitudinea absolută a înfășurătoarei coda.

A doua observație constă în faptul că conținutul spectral al undelor coda caracterizează numai sursa seismică fiind independent de distanța și drumul parcurs de unde.

Ca urmare, proprietățile fundamentale ale undelor coda sînt amplitudinile înfășurătoarei lor ca funcție de timp în diferite benzi de frecvență, și ca funcție de frecvență pentru un anumit timp.

Amplitudinea înfășurătoarei coda ca funcție de timp și frecvență $A(f, t)$ poate fi descrisă ca produsul a doi factori — factorul de sursă coda $S(f)$, dependent numai de sursă, și funcția $\Phi(f, t)$ care reflectă răspunsul mediului:

$$A(f, t) = S(f)\ \Phi(f, t). \tag{1}$$

Aki (1969), Rautian și Khalturin (1978) au arătat că pentru descrierea funcției $\Phi(f, t)$, pentru un timp $t \gg \frac{R}{v}$ (unde R este distanța sursă —

staţie şi v viteza undelor), se poate folosi relaţia teoretică :

$$\Phi(f, t) = t^{-\nu} \exp \frac{-\pi f t}{Q} \tag{2}$$

unde Q reprezintă factorul de calitate.

Independenţa formei înfăşurătoarei coda de eveniment şi staţie permite caracterizarea ei printr-un număr, în fiecare bandă de frecvenţă. De obicei acest număr se exprimă prin amplitudinea înfăşurătoarei $A(f,t)$ la $t = 100$ s după timpul la origine, notîndu-se cu $A_{100}(f)$ (Rautian şi Khalturin, 1978; Shengelia, 1981). Această mărime se determină prin intersecţia curbei teoretice (2) cu verticala $t = 100$ s, în graficul $A(t)$ construit pentru o frecvenţă f dată.

Studiul variaţiei amplitudinii A_{100} cu magnitudinea M sau clasa de energie K a condus la următoarele relaţii (Rautian şi Khalturin, 1981) :

$$\lg(2A_{100}^{\mathrm{SKM}}) = a + b(M - 5) \tag{3}$$

$$\lg(2A_{100}^{\mathrm{SKM}}) = c + d(K - 10) \tag{4}$$

unde coeficienţii a şi b, respectiv c şi d, diferă de la o regiune la alta.

Pentru caracterizarea spectrală a undelor coda se foloseşte raportul H_t dintre amplitudinile înfăşurătoarei la acelaşi moment t pentru o pereche de frecvenţe f_i, f_j (Rautian et al., 1981) :

$$H_t = \frac{A_t(f_i)}{A_t(f_j)}. \tag{5}$$

DATE DE OBSERVAŢIE

Analiza caracteristicilor undelor coda a fost efectuată pentru zece cutremure intermediare din regiunea Vrancea (tabelul 1), folosind înregistrări obţinute la staţia Cheia — MLR ($\Delta < 1°$) cu seismografe SKM — 3 (scurtă perioadă — $T = 1{,}04$s) şi SKD (lungă perioadă — $T = 25$s).

Una din caracteristicile principale studiate este amplitudinea înfăşurătoarei coda pentru cele două înregistrări folosite. Pentru construirea acestei înfăşurătoare am măsurat amplitudinele maxime din fiecare grup de unde care urmează după sosirea undelor S. Un exemplu este prezentat în figura 1.

REZULTATE

Folosind exemplul din figura 1, am măsurat amplitudinile ce definesc înfăşurătoarea coda pentru fiecare din cele zece cutremure selectate pe seismogramele obţinute la staţia Cheia cu seismografe SKM — 3 şi SKD (tabelul 1).

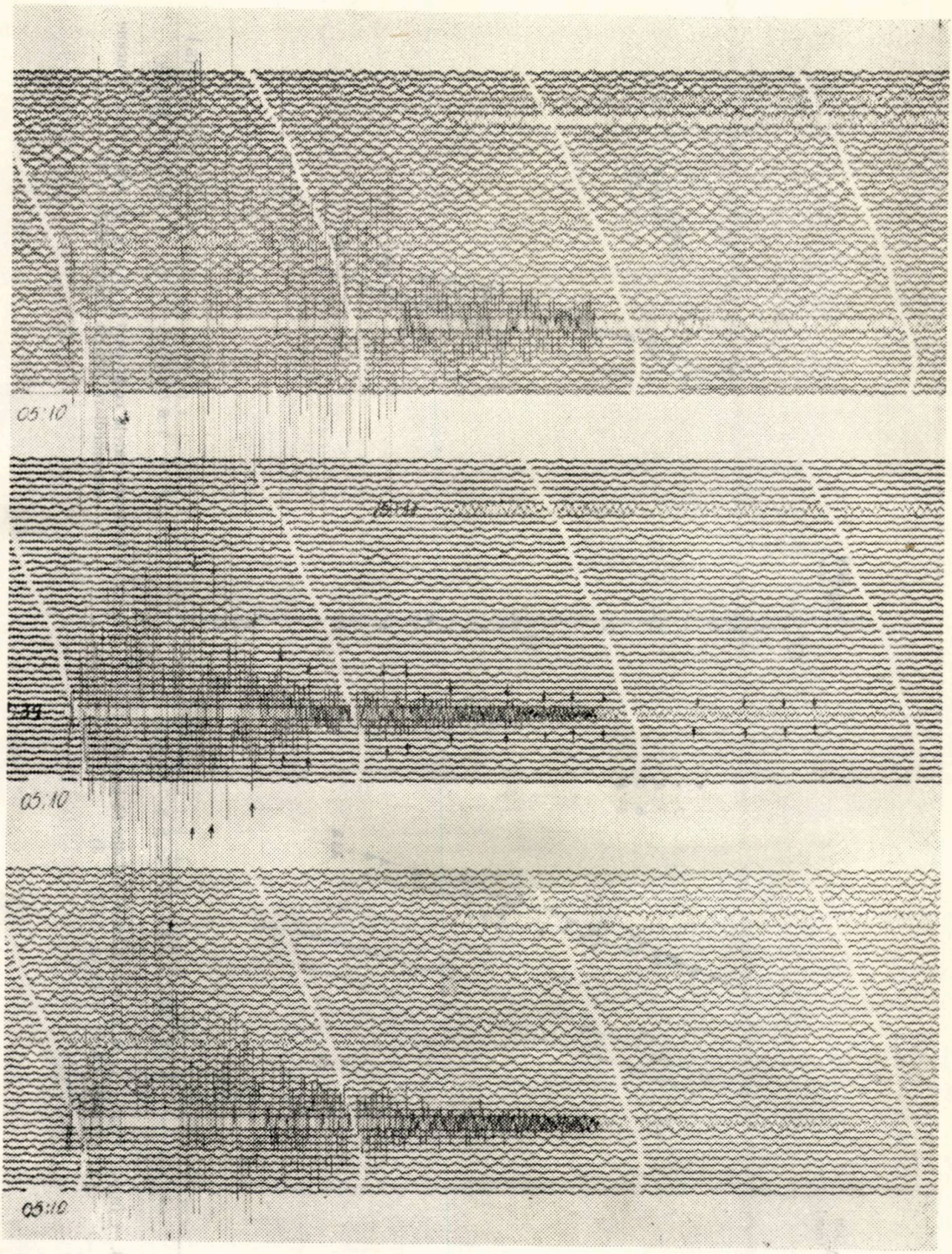


Fig. 1. — Seismograma cutremurului din 18 mai 1979 (Cheia, SKM — 3).

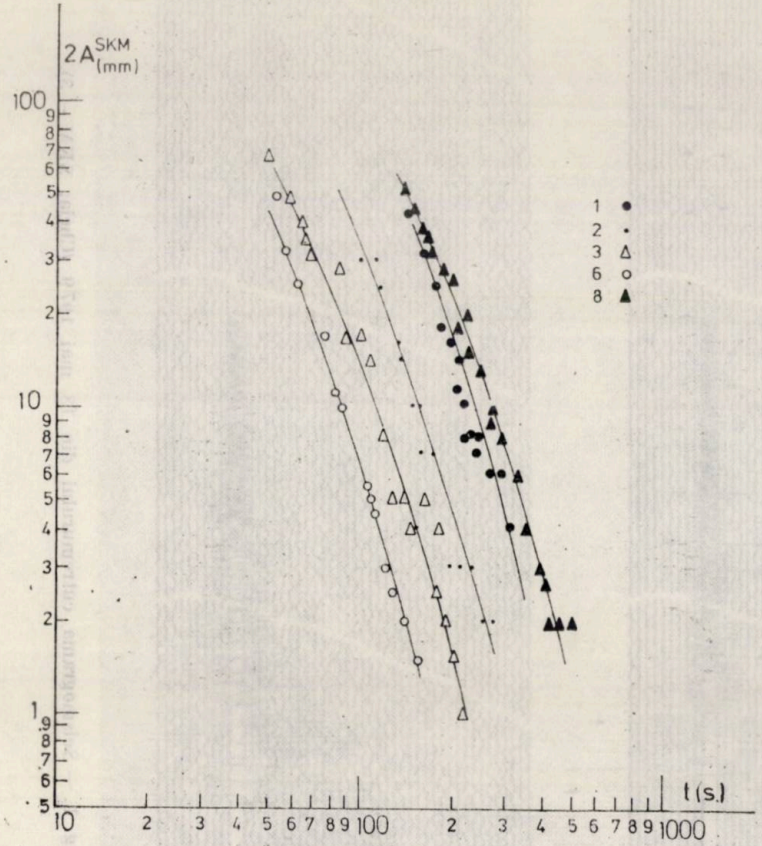


Fig. 3. — Înfășurătoarele coda pentru cutremurul din 15 ianuarie 1978 (stațiile Cheia și Deva, SKM — 3).

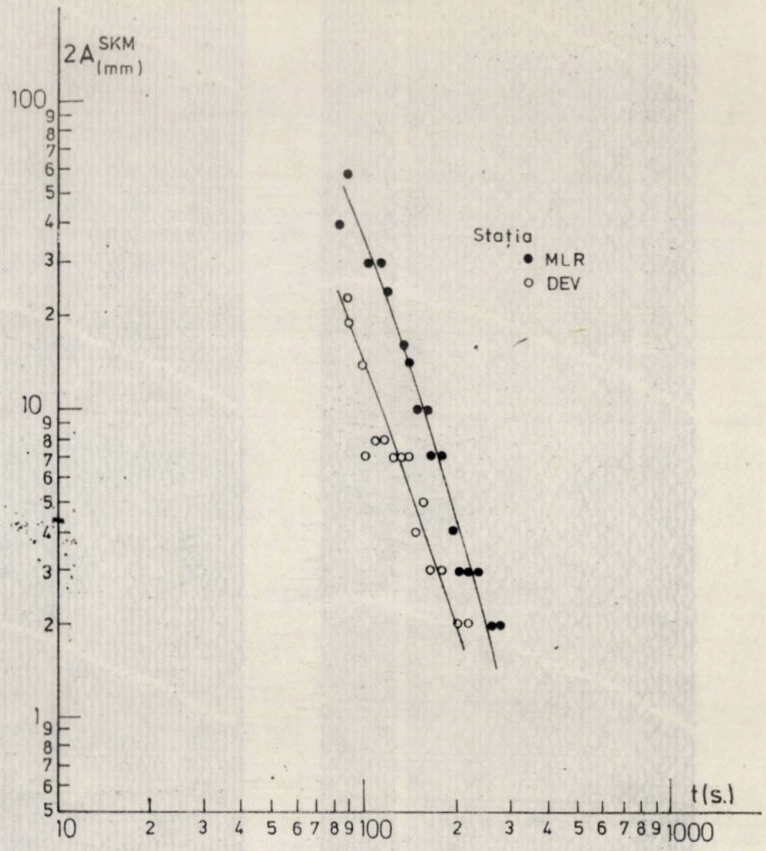


Fig. 2. — Înfășurătoarele coda pentru o serie de cutremure vrâncene intermediare (stația Cheia, SKM — 3).

Tabelul 1

Nr.	Data	Ora la origine	φ_N^0	λ_E^0	$\Delta°$	km^h	M_S	A_{100}^{SKM}	A_{100}^{SKD}	H_{100}
1	1978 ian. 1	07 :40 :16,0	45,70	26,62	0,42	136	5,0	32,50	3,00	0,092
2	ian. 15	10 :26 :44,0	45,84	26,80	0,62	142	4,4	17,00	0,80	0,047
3	mai. 25	17 :05 :46,7	45,60	26,70	0,54	113	4,4	7,00	0,20	0,028
4	dec. 11	23 :37 :04,5	45,73	26,74	0,61	140	4,2	9,50	0,25	0,026
5	1979 ian. 24	15 :58 :12,0	45,57	26,78	0,59	115	4,3	11,0	0,33	0,027
6	mar. 9	08 :17 :46,2	45,44	26,59	0,34	138	3,9	3,50	0,10	0,036
7	mai 18	07 :39 :42,1	45,71	26,64	0,53	90	4,3	3,25	0,10	0,030
8	sep. 11	15 :36 :56,0	45,62	26,34	0,40	158	5,3	40,00	0,75	0,169
9	1980 iul. 3	16 :14 :43,8	45,61	26,49	0,40	184	4,3	8,00	0,25	0,031
10	iul. 5	23 :28 :38,9	45,74	26,62	0,53	120	3,9	2,40	0,05	0,021

Pentru a demonstra stabilitatea formei înfășurătoarei coda într-o bandă de frecvență am construit înfășurătoarele coda pentru cîteva cutremure înregistrate pe SKM — 3 (fig. 2), numerotarea curbelor din figură urmărind pe cea din tabelul 1. Se observă că înfășurătoarele se suprapun ca formă dar diferă prin valorile absolute ale amplitudinilor, care sînt cu atît mai mari cu cît cutremurul este mai puternic.

În figura 3 sînt date înfășurătoarele coda pentru un cutremur, înregistrat la două stații diferite (Cheia și Deva) în aceeași bandă de frecvență. Se observă că forma înfășurătoarelor coda este și în acest caz foarte asemănătoare și diferă numai prin amplitudinile absolute.

Figura 4, reprezentînd înfășurătoarele coda pentru un cutremur în două benzi de frecvență diferite la aceeași stație (Cheia), evidențiază din nou asemănarea acestora.

Din graficele $A(t)$ pentru cele două benzi de frecvență folosite (grafice de tipul celor din fig. 2), am determinat valorile A_{100}^{SKM} și A_{100}^{SKD} (tabelul 1). Pe baza valorilor A_{100}^{SKM} și a M_S am stabilit relația (fig. 5):

$$\lg A_{100}^{SKM} = (0{,}831 \pm 0{,}043)\ M_S + (-2{,}702 \pm 0{,}188). \qquad (6)$$

Caracteristica spectrală H_{100} definită ca raportul $A_{100}^{SKD}/A_{100}^{SKM}$ (tabelul 1), satisface relația (fig. 6):

$$\lg H_{100} = (0{,}587 \pm 0{,}004)\ M_S + (-3{,}982 \pm 0{,}018). \qquad (7$$

Deoarece durata undelor coda τ oferă posibilitatea determinării rapide a magnitudinii cutremurelor am analizat relația dintre această durată și magnitudinea M_L. În acest scop am folosit 92 cutremure intermediare vrîncene ($2{,}4 \leqslant M_L \leqslant 5{,}5$) înregistrate la stația Cheia. Folosind metoda regresiei multiple în pași, am obținut relația:

$$M_L = 0{,}263\ \log\tau - 0{,}139\ \Delta° + 0{,}345\ (\log\tau)^2 + 1{,}874. \qquad (8)$$

CONCLUZII

Datele experimentale obținute pe baza cutremurelor intermediare vrîncene confirmă stabilitatea formei înfășurătoarei coda în timp și independența acestora de caracteristicile sursei seismice.

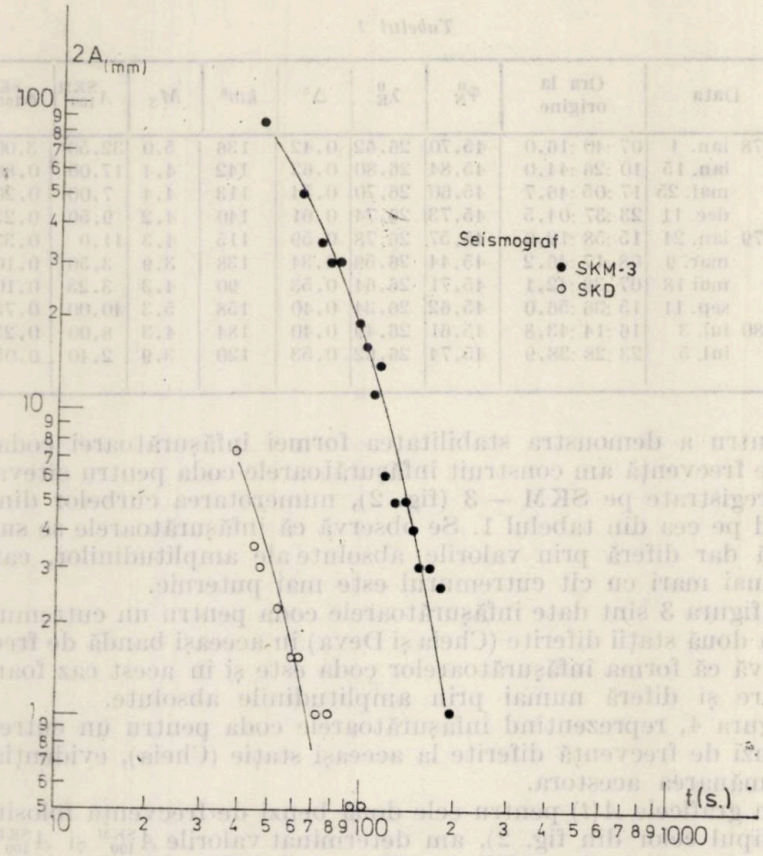


Fig. 4. — Înfășurătoarele coda pentru cutremurul din 11 decembrie 1978 pentru două frecvențe diferite (stația Cheia, SKM — 3, SKD).

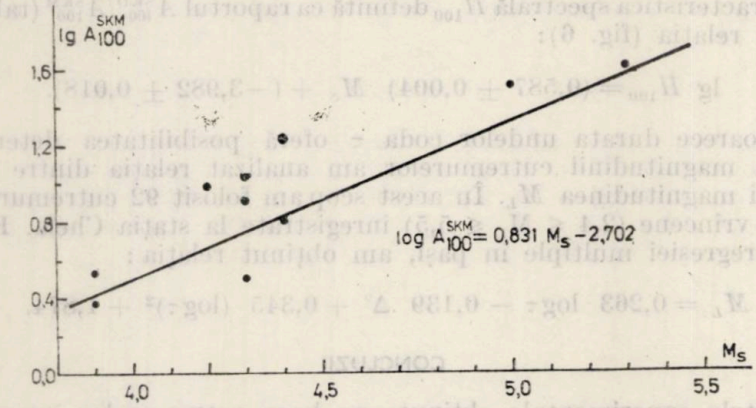


Fig. 5.—Relația dintre amplitudinea A_{100}^{SKM} și magnitudinea M_S (stația Cheia).

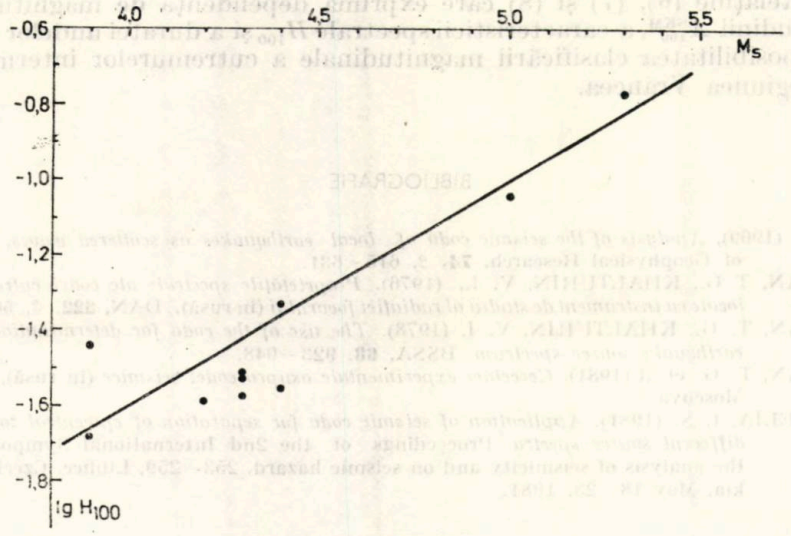


Fig. 6. — Relația dintre caracteristica spectrală H_{100} și magnitudinea M_S (stația Cheia).

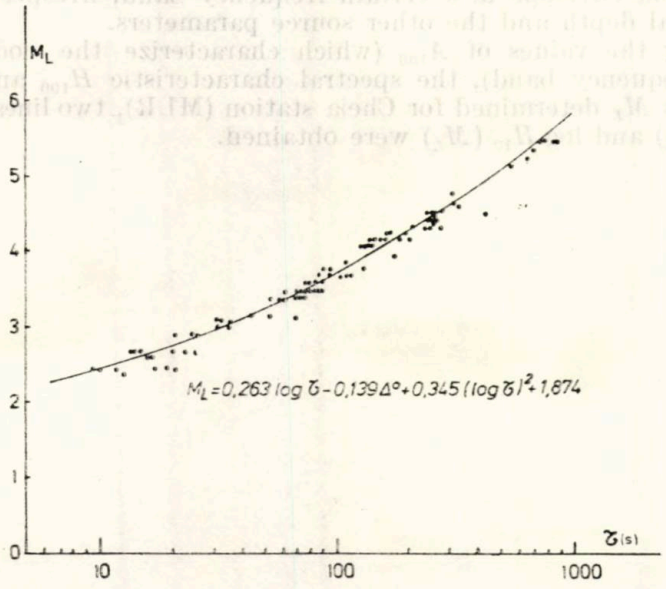


Fig. 7. — Relația dintre magnitudinea M_L și durata undelor coda τ (stația Cheia, SKM—3).

Relaţiile (6), (7) şi (8) care exprimă dependenţa de magnitudine a amplitudinii A_{100}^{SKM}, a caracteristicii spectrale H_{100} şi a duratei undelor coda τ, oferă posibilitatea clasificării magnitudinale a cutremurelor intermediare din regiunea Vrancea.

BIBLIOGRAFIE

AKI, K. (1969), *Analysis of the seismic coda of local earthquakes as scattered waves*, Journal of Geophysical Research, **74**, 2, 615–631.

RAUTIAN, T. G., KHALTURIN, V. I., (1976). *Proprietăţile spectrale ale codei cutremurelor locale ca instrument de studiu al radiaţiei focarului* (în rusă), DAN, **222**, 3, 566–569.

RAUTIAN, T. G., KHALTURIN, V. I. (1978). *The use of the coda for determination of the earthquake source spectrum*, BSSA, **68**, 923–948.

RAUTIAN, T. G. et al (1981). *Cercetări experimentale asupra codei seismice* (în rusă), Nauka, Moscova.

SHENGELIA, I. S. (1981). *Application of seismic coda for separation of epicentral zones with different source spectra*. Proceedings of the 2nd International Symposium on the analysis of seismicity and on seismic hazard, 253–259, Liblice, Czechoslovakia, May 18–23, 1981.

THE ANALYSIS OF CODA WAVES FOR LOCAL EARTHQUAKES

(ABSTRACT)

The analysis of the coda characteristics of some intermediate earthquakes produced in the Vrancea region pointed out the stability of the form of coda envelope in a certain frequency band, irrespective of epicenter, focal depth and the other source parameters.

Using the values of A_{100} (which characterize the coda envelope in each frequency band), the spectral characteristic H_{100} and the local magnitudes M_L determined for Cheia station (MLR), two linear relations: $\log A_{100}(M_L)$ and $\log H_{100}(M_L)$ were obtained.

PARTICULARITĂȚI ALE GENERĂRII UNDELOR ELASTICE ÎN DEPRESIUNEA PANONICĂ

G. IONESCU, AL. POPESCU, N. GHIZDAVU

Întreprinderea de prospecțiuni geologice și geofizice pentru hidrocarburi, Str. Corălilor nr. 20, București, România

În executarea prospecțiunilor seismice o importanță deosebită o are generarea undelor elastice, care trebuie să determine în rocile de la punctul de generare un impuls scurt și de intensitatea necesară obținerii de semnale reflectate de la obiectivele geologice propuse.

Pentru a cunoaște cum s-ar putea realiza o asemenea cerință în Depresiunea Panonică este indicat să se analizeze condițiile seismogeologice de suprafață.

Morfologic această unitate geologică are un aspect de cîmpie cu denivelări neînsemnate (10—15 m) și un grad redus de împădurire. În apropierea ramei muntoase se semnalează și diferențe de nivel de 60—200 m.

Din lucrările seismice executate anterior (1957—1980; Ciubotaru et al. (1968)) rezultă că nivelul hidrostatic sub care s-au efectuat exploziile (în general în marne) se găsește în zona de șes în intervalul 5—15 m și în zona de deal în intervalul 25—35 m.

Zona de viteze mici are grosimi de 2—10 m în zona de șes și 15—35 m în zona de deal.

Stratul de alterație este alcătuit din soluri afînate cu viteze de propagare a undelor elastice de 250—300 m/s. Uneori sub stratul alterat mai ales pe dealuri se dezvoltă un strat intermediar cu grosimi variabile și cu viteze de 825—1200 m/s. Undele superficiale evidențiate de tablourile de unde prezintă viteze aparente de 200—1100 m/s și au un conținut bogat în frecvențe joase ceea ce permite atenuarea lor prin aplicarea de filtre electrice și grupări de geofoni.

În anii anteriori generarea undelor s-a făcut în găuri de sondă de 18—26 m și chiar 45 m cu cantități de exploziv de 6—15 kg pe sondă (Ionescu G. et al. (1976)).

În diverse etape s-au reluat cercetările proprii (Ionescu, Buchman 1959—1961), care arătau că prin explozii cu cantități mici de exploziv se poate crește puterea de rezoluție și eficiența economică a prospecțiunii seismice, dacă se ține seama de parametrii rocilor în care se execută exploziile.

În Depresiunea Panonică în zona Ciumeghiu, autorii și-au propus să stabilească o metodică adecvată îmbunătățirii rezoluției seismice pentru formațiunile panoniene (condiții seismogeologice simple).

Pentru programul experimental conceput în acest scop s-a utilizat o stație seismică DFS-IV.

ST. CERC. GEOL., GEOFIZ., GEOGR., GEOFIZICĂ, TOM 21, P. 39—49, BUCUREȘTI, 1983

Experienţele efectuate au urmărit în principiu :

1. Analiza zgomotului aleator în condiţiile folosirii diverselor filtre taie jos ale staţiei (12, 18 şi 27 Hz), a unor baze de grupare a receptorilor de diverse lungimi (cuib, 11 m, 22 m, 55 m) şi a utilizării unor tipuri de geofoni cu frecvenţă proprie diferită (20 şi 28 Hz).

Analiza zgomotului aleator s-a făcut şi în condiţiile eşantionării la 1 ms şi 2 ms.

2. Analiza semnalului seismic în condiţiile variaţiei adîncimii de împuşcare (3—20 m), a tipului şi cantităţii de exploziv (cordon detonant, dinamită 0,1—13,3 kg), a numărului de sonde de mică adîncime (3 m), a filtrului staţiei, a ratei de eşantionare (1—2 ms) precum şi a unor baze de receptori cu lungimi variabile (cuib, 11 m, 22 m, 55 m).

Prelucrările parţiale ale acestor experienţe au constat din :

— analize de amplitudini reale pentru zgomot ;

— analize de amplitudini reale pentru semnale seismice ;

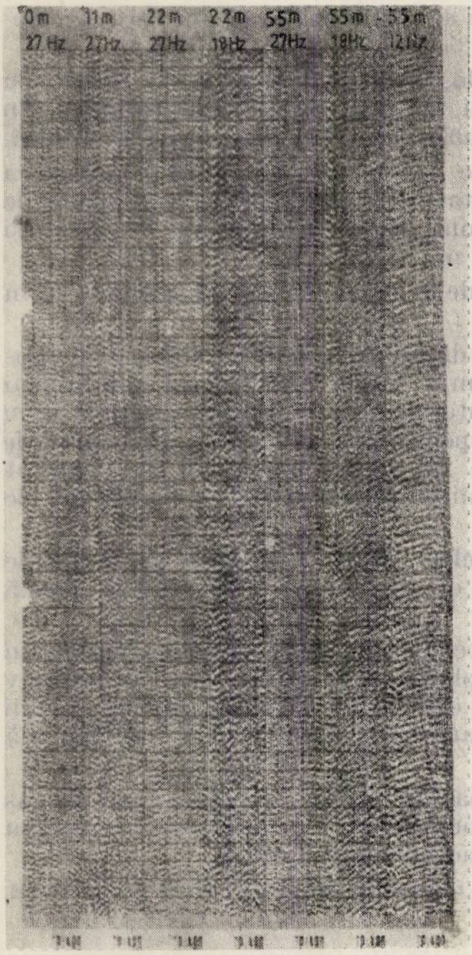


Fig. 1. — Înregistrări de zgomot aleator.

— analize de spectre de putere monodimensionale pentru semnale şi zgomot ;

— spectre bidimensionale pentru semnale executate pe porţi şi pe toată lungimea de înscriere a acestora (0,2—2,8 s).

Din aceste prelucrări parţiale se desprind o serie de observaţii legate de posibilităţile de îmbunătăţire a rezoluţiei seismice în unele zone din Depresiunea Panonică.

— Nivelul zgomotului ambiant se reduce semnificativ prin ridicarea filtrului taie jos al staţiei, fapt evidenţiat pe înregistrările făcute cu baza de grupare de 55 m prezentate în figura 1.

Dacă în cazul înregistrării zgomotului ambiant cu filtrul 12 Hz se observă sinfaze cauzate de surse ale mediului ambiant acestea dispar pe înregistrările cu filtrul 18 Hz şi în special pe cele filtrate cu 27 Hz.

Explicaţia constă în faptul că zgomotul are un spectru cu un important conţinut de frecvenţe joase.

Din figura 1, mai rezultă că amplitudinile zgomotului aleator, în cazul utilizării filtrelor staţiei de 18 sau 27 Hz pentru baze diferite (22 m şi 55 m), rămîn comparabile.

— Spectrele de putere monodimensionale ale zgomotului aleator

evidențiază faptul că în banda 0— 125 Hz acesta are o distribuție continuă.

— Amplitudinile reale ale semnalului seismic în cazul eșantionării cu o rată de 1 ms sînt mai mari decît cele obținute în cazul unei rate de 2 ms, dacă ne referim la o reflexie provenită de la același orizont (fig.2, orizontul A).

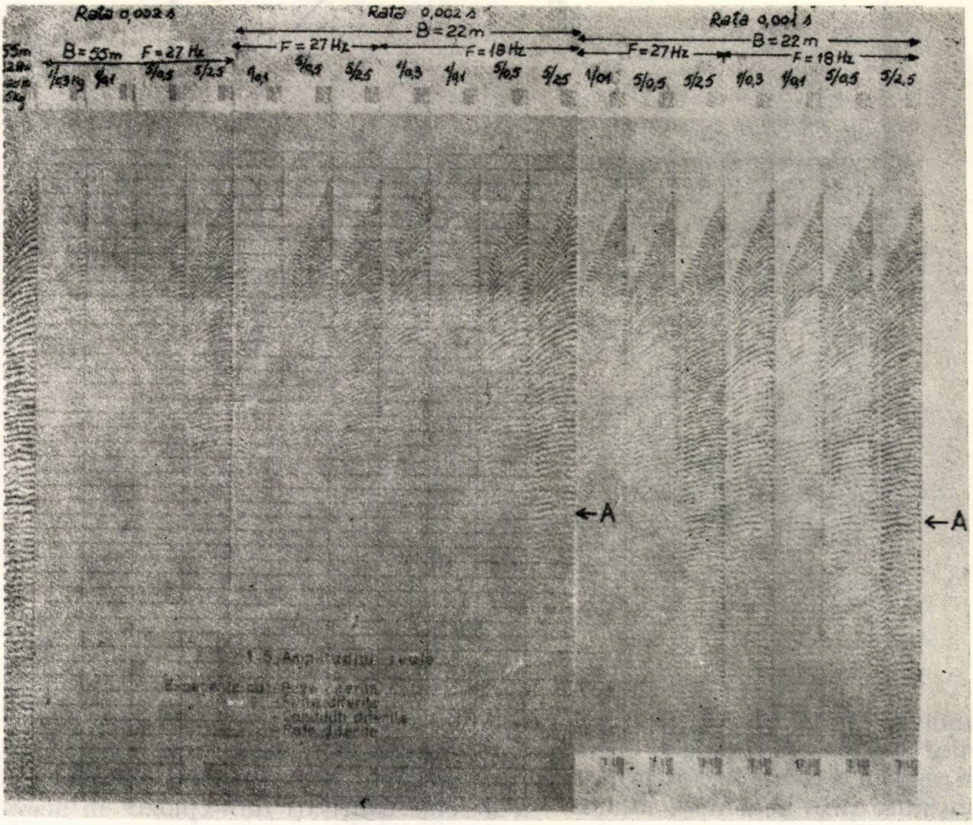


Fig. 2. — Înregistrări cu amplitudini reale ale semnalului.

Explicația rezidă în îmbogățirea semnalului în componente de frecvență înaltă la rata de eșantionare de 1 ms.

— Influența lungimii bazei de grupare a receptorilor în condițiile menținerii numărului și tipului de geofoni (12 geofoni de 20 Hz) asupra conținutului în frecvențe ale semnalului util este evidențiată pe analizele de spectre bidimensionale făcute pe poarta 800—2800 ms.

Se observă că pe măsura restrîngerii bazei de grupare, în condițiile generării la baza ZVM cu o sondă de 3 m, încărcată cu 0,3 kg dinamită și burată corespunzător se obține o îmbogățire semnificativă a benzii de frecvențe a semnalului (fig. 3).

Dependența frecvenței de presiunea exercitată asupra particulelor de rocă și de impedanța acustică a mediului este dată de relația următoare și ilustrată în figura 4.

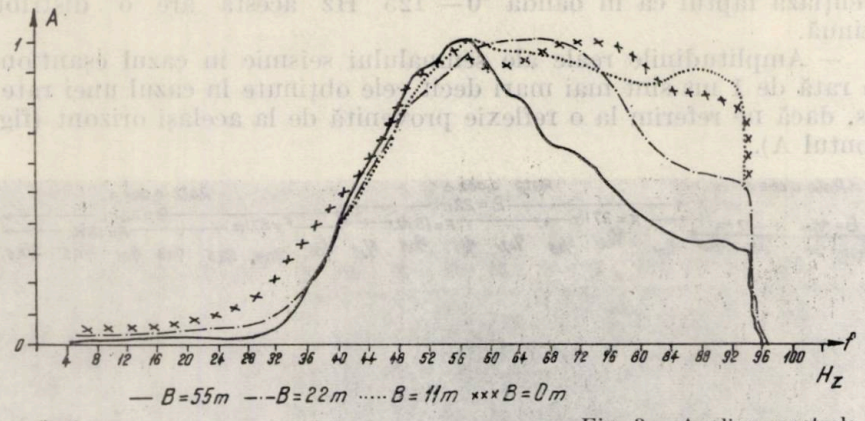


Fig. 3 — Analize spectrale ale semnalului pentru diverse lungimi ale bazei de geofoni.

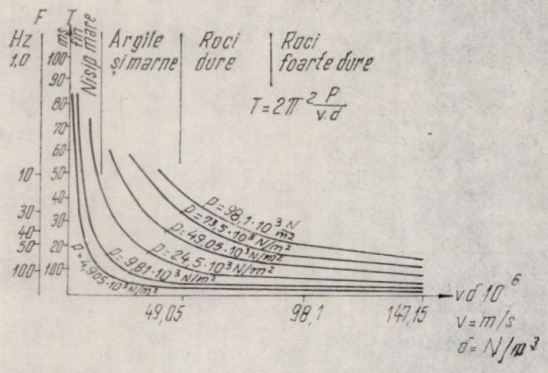


Fig. 4. — Dependența frecvenței de presiunea exercitată și rezistivitatea acustică a rocilor.

$$f = \frac{V\delta}{2\pi p}$$

unde δ este greutatea specifică a mediului în N/m³; p — presiunea exercitată asupra particulelor rocii în N/m². Această relație a fost verificată în cadrul experiențelor prin analize ale semnalelor seismice reflectate, obținute prin generarea undelor cu diverse cantități de exploziv în același mediu și la aceeași adîncime (fig. 5).

Analizele arată că odată cu micșorarea cantității de exploziv crește raportul dintre energia undelor de frecvență înaltă și energia undelor cu frecvență joasă.

Observația este evidentă și în cazul utilizării cordonului detonant (12—16 g/m), unde se constată (fig. 6) că spectrul de frecvență prezintă un maxim la frecvența de 58 Hz care depășește cu peste 30% maximul din dreptul frecvenței de 32 Hz.

În toate punctele de experiență, exploziile cu cantități mici de dinamită au asigurat energie suficientă pentru evidențierea tuturor orizonturilor reflectatoare.

Pentru diverse cantități de exploziv, graficul $A = f(t)$ din figura 7 arată că energia reflexiilor provenite de la fundamentul cristalin depășește energia zgomotului aleator pentru toate încărcăturile de exploziv utilizate, inclusiv încărcătura de 0,2 kg dinamită.

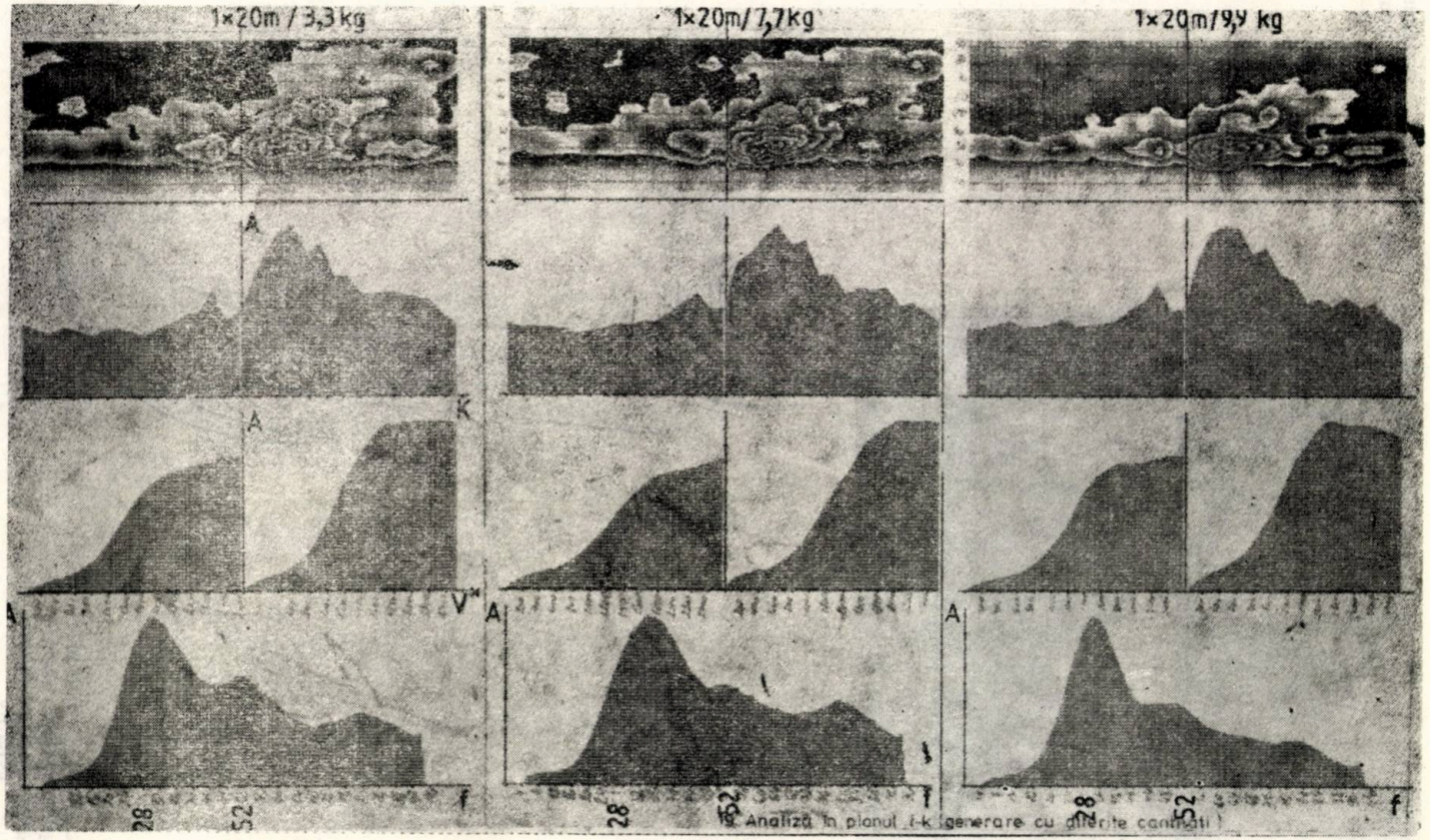


Fig. 5. — Analize spectrale în cazul generării cu cantități diferite de exploziv.

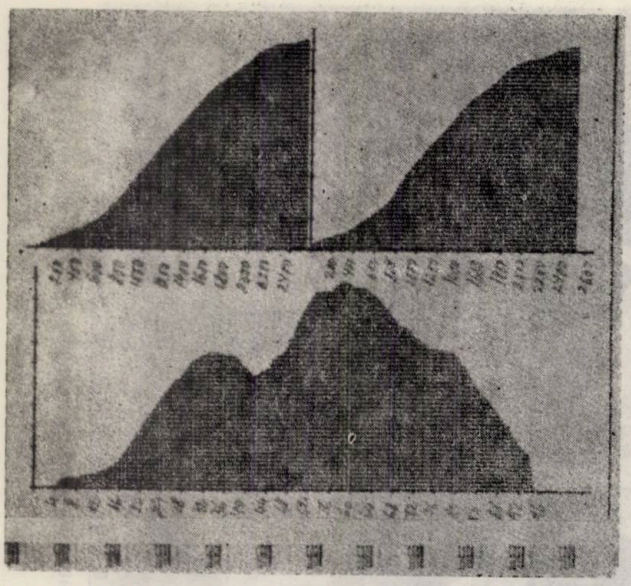


Fig. 6. — Analize spectrale în cazul generării cu cordon detonant.

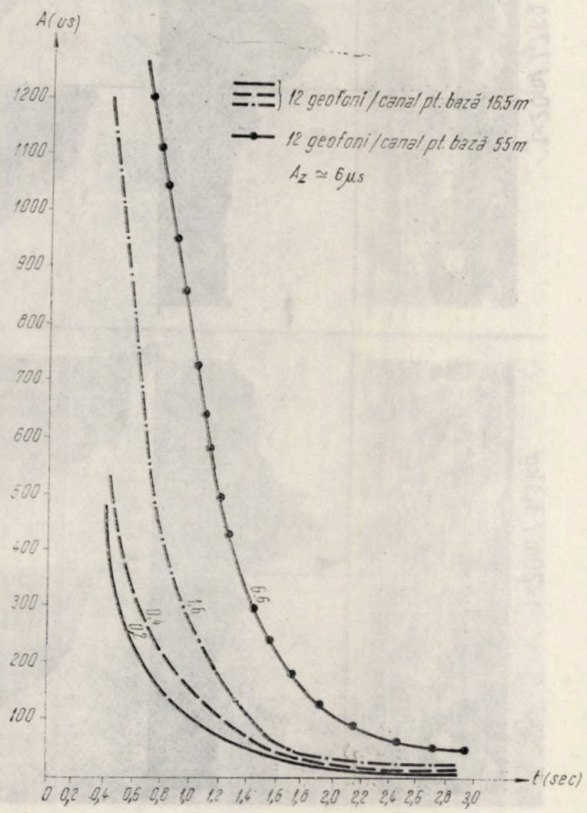


Fig. 7. — Graficul variației amplitudinii semnalului funcție de timp pentru cantități diferite de exploziv.

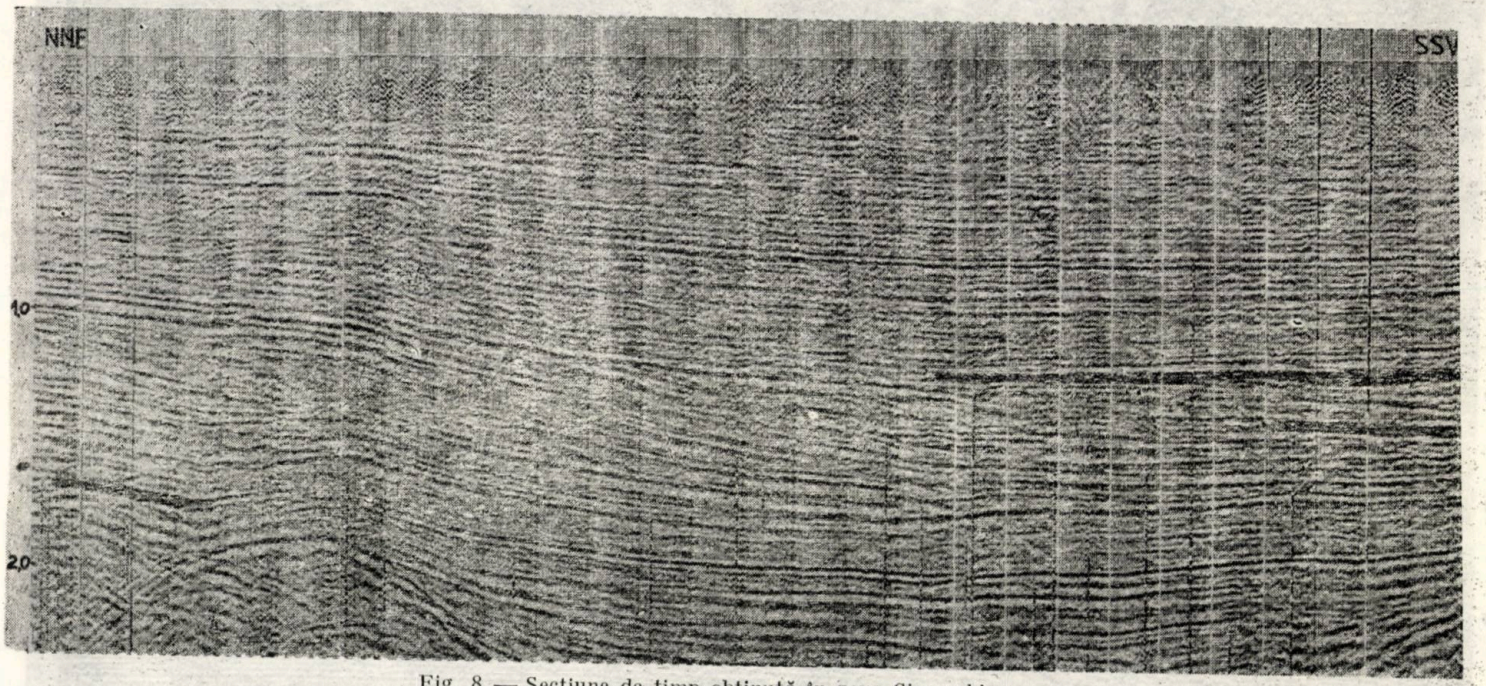


Fig. 8. — Secţiune de timp obţinută în zona Ciumeghiu.

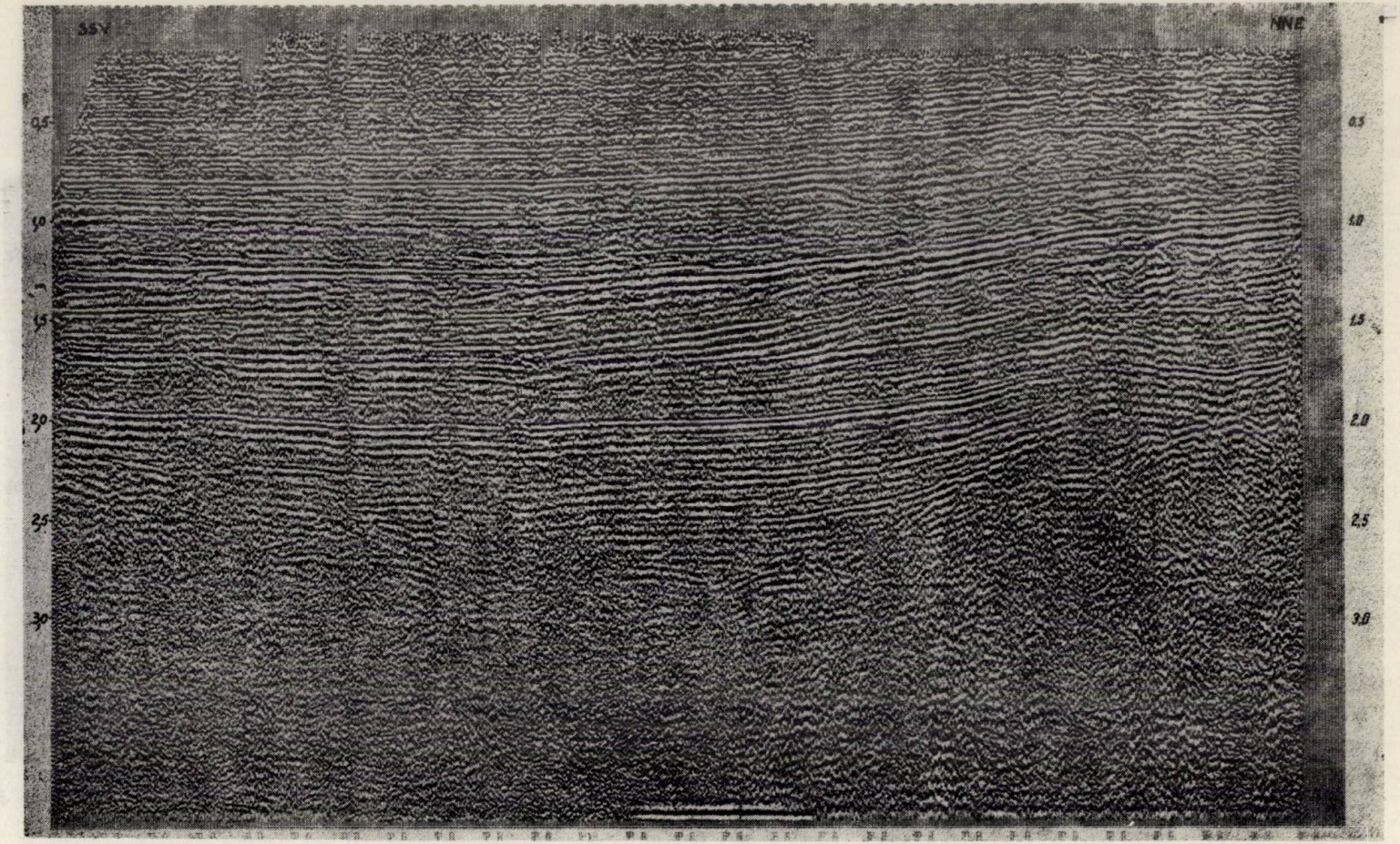


Fig. 9. — Secţiune de timp obţinută cu parametri de creştere a rezoluţiei în zona Ciumeghiu.

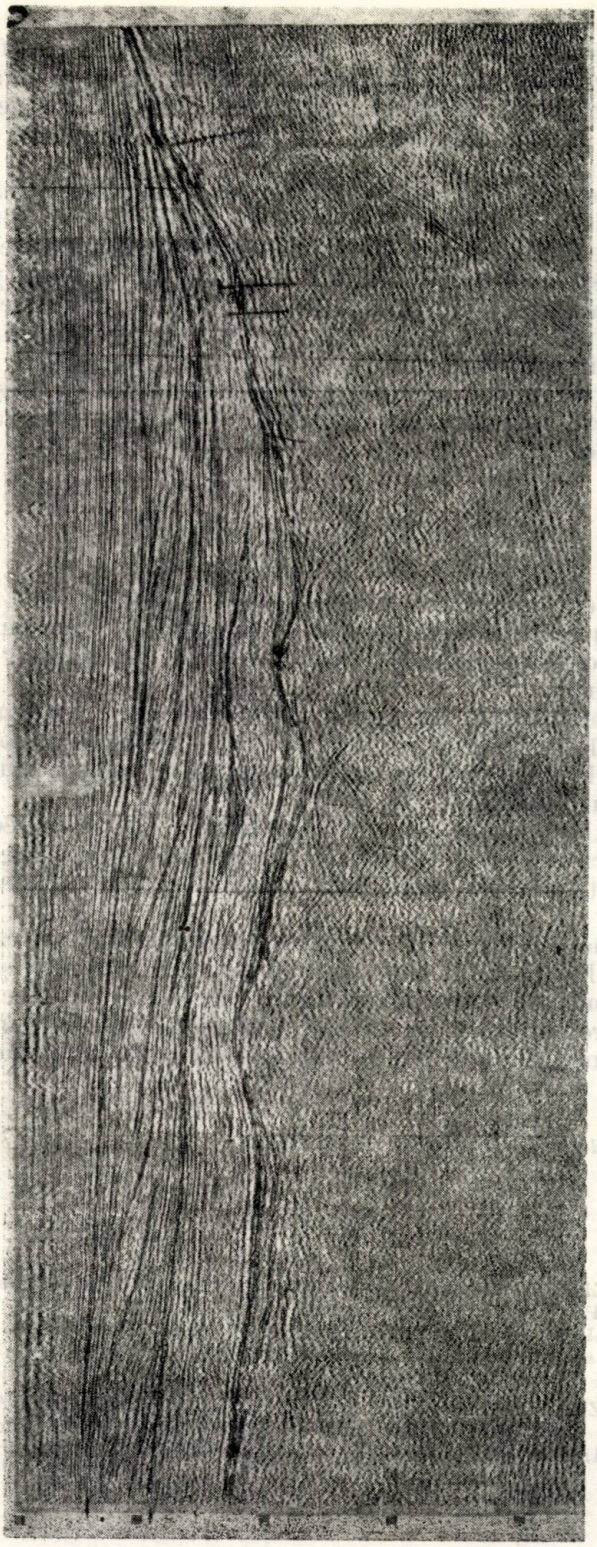


Fig. 10 — Secțiune de timp obținută prin generarea cu sonde de mică adîncime și cantități mici în zona Sîntana.

Concluziile desprinse din experienţele efectuate au fost aplicate în zona Ciumeghiu pe un profil executat anterior cu generare la 20 m adîncime, 6,6 kg dinamită/sondă, filtrul 12—124 Hz, 12 geofoni de 14 Hz pe bază de 55 m, rată de eşantionare 2 ms, acoperire multiplă de ordinul 12 (fig. 8).

Suprapus s-a înregistrat aceeaşi porţiune de profil utilizînd generarea dintr-o sondă de 3 m adîncime, 0,4 kg exploziv/sondă, filtrul 27—248 Hz, 12 geofoni de 20 Hz grupaţi în cuib şi eşantionare la o milisecundă (fig. 9).

Compararea celor două secţiuni arată pe de o parte posibilitatea obţinerii, prin ambele metode, a undelor reflectate de la aceleaşi limite reflectatoare din subsol şi pe de altă parte creşterea puterii de separare a stratelor subţiri prin utilizarea celei de-a doua metodici.

Astfel secţiunea de timp obţinută prin metodica de creştere a rezoluţiei arată o mai bună separare a stratelor subţiri din intervalul de timp 1,0—2,0 secunde.

CONCLUZII

Lucrările de cercetare metodologică efectuate în Depresiunea Panonică au condus la determinarea unei metodici de generare a undelor elastice cu ajutorul exploziilor cu cantităţi mici de exploziv şi în sonde de mică adîncime.

Această metodă de generare a undelor elastice a permis obţinerea pe toate profilele executate a unor informaţii geologice de bună calitate şi a contribuit la creşterea puterii de rezoluţie a prospecţiunii seismice în această unitate geologică (fig. 10).

Din punct de vedere economic, metoda a condus la reducerea costului înregistrării cu circa 283 lei pe înregistrare seismică ceea ce revine pentru cele peste 30 500 înregistrări pe an la circa 9 milioane lei economie.

Se propune aplicarea în continuare a exploziilor cu cantităţi mici de dinamită şi la mică adîncime în Depresiunea Panonică şi executarea găurilor de împuşcare cu instalaţii uşoare de foraj cu şnec şi chiar cu motoperforatoare montate pe maşini uşoare şi aplicarea în zonele de interes a unei metodici adecvate creşterii puterii de rezoluţie a prospecţiunii seismice.

Primit la redacţie la 1 octombrie 1981.

BIBLIOGRAFIE

IONESCU G., BUCHMAN S. (1959). *Asupra generării undelor elastice în prospecţiunile seismice.* Petrol şi Gaze, *2*, Bucureşti.

CIUBOTARU S., ALEXANDRESCU M., VINTILĂ A. (1968). *Raport final asupra prospecţiunii seismice de reflexie executată în Banat* (Zonele Lugoj-Calacea şi Giera). Arhiva I.P.G.G.H. Bucureşti.

IONESCU G., GHIZDAVU N., DUMITRESCU T., DĂNĂLACHE N., ALEXANDRESCU M. (1976). *Raport final asupra lucrărilor de prospecţiuni seismice executate în zonele nord Arad şi Timişoara de Grupa 27.* Arhiva I.P.G.G.H.-Bucureşti.

ELASTIC WAVE GENERATION CHARACTERISTICS IN THE PANNONIAN DEPRESSION

(ABSTRACT)

Elastic wave generation in the Pannonian Depression has never been a difficult problem, but recent studies have evidenced that using small amounts of explosive leads not only to an increase in economic efficiency and seismic survey productivity, but also to a higher resolution of the surveys.

The results of these studies are exemplified by plots and time sections.

ASUPRA ANOMALIEI CÎMPULUI GEOMAGNETIC SITUATĂ LA NORD-EST DE SUCEAVA*

RADU BOTEZATU și C. CALOTĂ

Universitatea din București, România

Procopiu (1935) publicînd hărțile declinației, înclinației și componentei orizontale pentru data de 1 iulie 1934, a oferit primele informații asupra structurii și variațiilor în timp și spațiu ale cîmpului geomagnetic pentru întreg teritoriul țării noastre. Cu această ocazie a fost atrasă atenția, pentru prima oară, asupra unei valori anomale a acestuia în zona localității Suceava, mai evidentă în mărimea declinației și, îndeosebi, în cea a înclinației. Completarea ulterioară a măsurătorilor și sinteza tuturor acestora pentru data de 1 iulie 1940 confirmă acest prim indiciu, punînd în evidență o deformare clară în aspectul curbelor de egală valoare a declinației și care, pentru înclinația cîmpului geomagnetic, capătă caracterul unei curbe închise de maxim, cu intensitate de aproximativ 1°, pe care autorul o denumește „anomalia locală Dorohoi" (Procopiu, 1940). În figura 1 este reprodusă această anomalie.

Cercetările geofizice cu scop de prospecțiune pentru descifrarea structurii geologice ascunse, efectuate în ultimele patru decenii în Moldova de nord, au pus în evidență — în zona imediat vecină din nord-estul aceste localități — o anomalie a cîmpului geomagnetic conturată atît în comi ponenta verticală a acestuia, determinată prin măsurători la sol (Bote zatu, 1962; Airinei et al., 1964), cît și în valoarea totală a intensității cîmpului înregistrată prin măsurători aeromagnetice (Cristescu și Ștefănciuc, 1968). În figura 2 este reprodusă imaginea anomaliei intensității cîmpului geomagnetic. Aspectul cartografic al anomaliei componentei verticale fiind sensibil asemănător, lucru lesne de înțeles dată fiind valoarea mare a înclinației cîmpului geomagnetic pe teritoriul țării noastre, nu s-a considerat necesar să mai fie reprodusă.

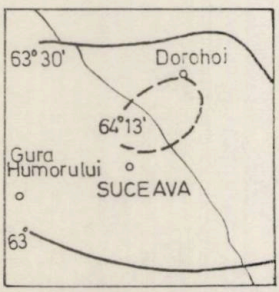


Fig. 1. — Anomalia înclinației cîmpului geomagnetic din zona de N-E de Suceava (după Procopiu, 1940).

În ambele mărimi magnetice, anomalia are o morfostructură aproape izometrică, ușor dipolară cu minimul situat la nord de maxim, conferindu-i prin aceasta un aspect singular în distribuția de ansamblu a cîmpului geomagnetic din Moldova de nord în cuprinsul căreia, pe aria cu fundament platformic ridicat, anomaliile închise au un caracter predominant alungit pe direcția generală nord nord vest-sud sud est. Pe de altă parte, această anomalie este situată

* Lucrare prezentată la Simpozionul „Ștefan Procopiu — 90 de ani de la naștere", Iași, 7—8 iunie 1980.

în zona de trecere spre aripa externă a avanfosei carpatice a cărei reflectare în cîmpul geomagnetic este practic lipsită de anomalii închise și, în orice caz, chiar dacă există astfel de anomalii acestea nu sînt izometrice și au o intensitate cu mult mai redusă.

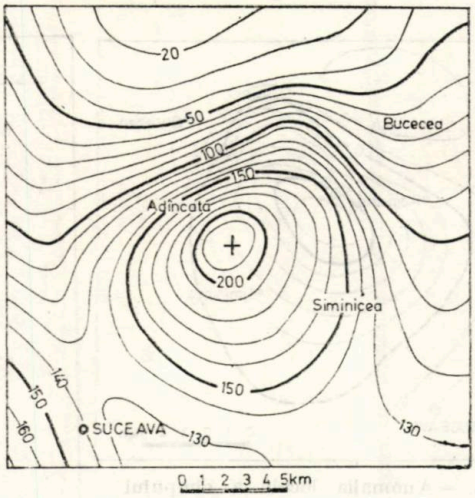


Fig. 2. — Anomalia intensității cîmpului geomagnetic din zona de N-E de Suceava.

Caracterul singular și izolat al acestei anomalii, ca și situarea ei în condiții geologice greu de explicat la prima vedere, a incitat pe autorii prezentei lucrări la o analiză mai complexă a ei.

Avînd în vedere că în această zonă, cuvertura sedimentară este constituită din roci terigene paramagnetice, deci practic cu proprietăți magnetice neglijabile și că intensitatea anomaliei magnetice este de ordinul a cîteva sute de gamma, ocupînd un areal de circa 100 km^2, apare de la început clar că sursa geologică a ei trebuie să fie adîncă și caracterizată prin proprietăți magnetice ridicate. Din tot ceea ce se cunoaște pînă în prezent, rocile cu proprietățile magnetice cele mai mari în valoare din această parte a Moldovei sînt granogneissele din fundamentul Platformei moldovenești, întîlnite în forajele de la Todireni, Bătrînești, Nicolina-Iași etc., a căror susceptibilitate magnetică este de ordinul 1 500 — 3 000 · $\cdot 10^{-6}$ uCGS; celelalte metamorfite din fundamentul acestei platforme au de asemenea susceptibilități magnetice neglijabile.

Alegînd ca model al corpului geologic responsabil de această anomalie o formă cilindroidă verticală în contrast de susceptibilitate magnetică față de rocile în care este încorporat cu valoarea de 3 000 $\cdot 10^{-6}$ uCGS și plecînd de la anomalia componentei verticale la sol, se obține o adîncime a intrării în corp de 3,2—5,1 km și un diametru al secțiunii orizontale a acestuia de 4,6—8,4 km. Aceste prime date obținute definesc un corp geologic adînc și cu dimensiuni mari ca sursă a anomaliei magnetice în discuție.

Procedîndu-se la o analiză mai rafinată a anomaliei intensității cîmpului geomagnetic din figura 2, folosind filtrări adecvate în domeniul de frecvență și spectrul mediu radial de amplitudine, s-a putut stabili că această anomalie reprezintă cumulul a trei efecte magnetice diferite.

Un prim efect datorat unei cauze geologice adînci, cu caracter regional, față de care s-a putut separa anomalia locală prezentată în figura 3. În fine, la rîndul ei, anomalia locală reprezintă efectul cumulat a două surse individuale cu semnificație locală și situate la adîncimi evident diferite.

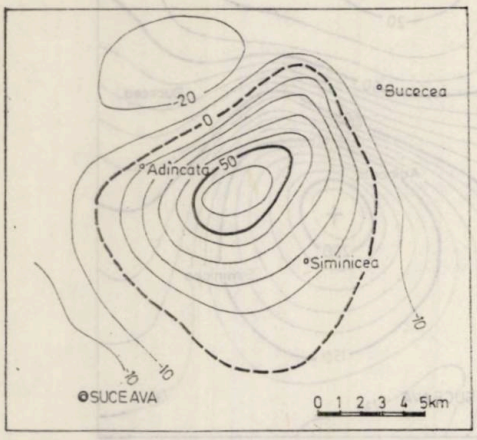


Fig. 3. — Anomalia locală a cîmpului geomagnetic din zona de N-E de Suceava.

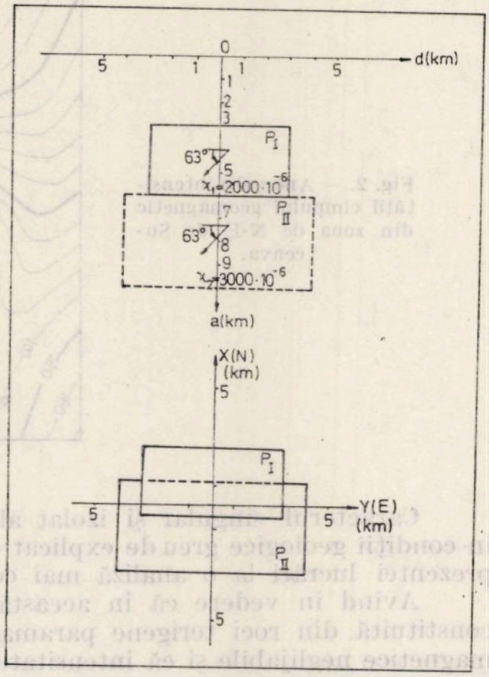


Fig. 4. — Modelul de simulare al sursei anomaliei locale a cîmpului geomagnetic din zona de N-E de Suceava.

Printr-un proces de aproximații succesive, alegînd de data aceasta ca model forma de prismă verticală finită cu secțiune dreptunghiulară magnetizată uniform în cîmpul geomagnetic, s-a obținut final ca soluție structurală o superpoziție necoaxială de două astfel de prisme, ale căror caracteristici fizice și geometrice sînt prezentate în figura 4, în partea de sus în secțiune verticală centrală iar în cea de jos ca proiecție în planul orizontal.

Așa cum apare din acest model geofizic de simulare, corpul geologic producător al acestei anomalii este constituit din două părți și anume: una superioară aproximabilă printr-o prismă cu fața superioară la adîncimea de 3 km, avînd o secțiune de 6×3 km și înălțimea de 3 km, caracterizată printr-o susceptibilitate magnetică de $2\,000 \cdot 10^{-6}$ uCGS și o alta, inferioară, avînd o secțiune de 8×4 km și înălțimea de 4 km, caracterizată printr-un contrast de susceptibilitate magnetică ceva mai mare, în valoare de $3\,000 \cdot 10^{-6}$ uCGS. Deplasarea axelor verticale ale celor două corpuri prismatice este de 2 km către nord. Vectorul magnetizare pentru ambele prisme are direcția și sensul cîmpului geomagnetic real, cu valoarea înclinației magnetice de 63° nordică sau, exprimat altfel, cauza geologică a acestei anomalii a fost considerată magnetizarea prin inducție în cîmpul geomagnetic.

Acest model al corpului geologic anomal produce o anomalie a intensității totale a cîmpului magnetic la suprafața solului așa cum se poate vedea în figura 5.

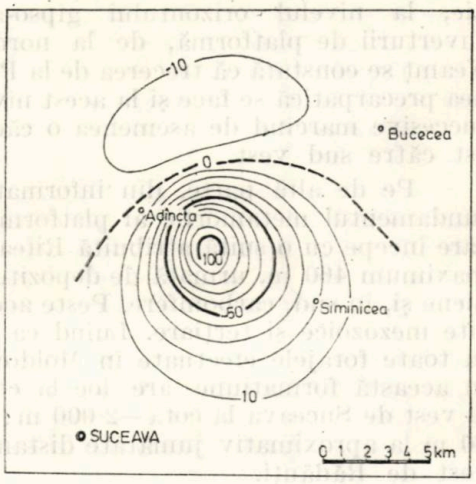


Fig. 5. — Anomalia calculată a intensității cîmpului geomagnetic.

Din comparația directă a imaginilor prezentate în figurile 3 și 5 reiese o mare asemănare între ele, atît originalul geologic cît și modelul geofizic de simulare producînd efecte la suprafața solului comparabile atît ca morfostructură și extindere în suprafață, cît și ca ordin de mărime al intensității. Desigur, nu poate fi vorba de o identitate de efecte pe de o parte deoarece un astfel de model nu poate fi univoc determinabil iar, pe de altă parte, că în natură nu există corpuri geologice de forme riguros geometrice; cu toate aceste limitări intrinseci ale modelării geofizice de simulare, modelul obținut poate fi considerat ca o bază satisfăcătoare pentru elaborarea unei ipoteze de interpretare geologică a cauzei acestei anomalii magnetice.

Care poate fi semnificația geologică a sursei acestei anomalii a cîmpului geomagnetic, privind lucrurile în contextul legităților generale care controlează fenomenologic evoluția geologică și a particularităților corespunzătoare structurii geologice a Moldovei de nord? Din nefericire, informațiile geologice în această regiune se reduc la repartiția de suprafață a formațiunilor geologice și la succesiunea lor în cuprinsul cuverturii sedimentare obținută dintr-un număr redus de foraje care au traversat-o în totalitate, determinînd și natura fundamentului cristalin în punctele în care au fost efectuate. Asupra tectonicii acestei regiuni, informații ceva mai bogate s-au obținut prin interpretarea datelor indirecte furnizate de prospecțiunile geofizice, în particular gravimetrice, geomagnetice și seismometrice.

Într-o succintă sinteză a gradului actual de cunoaștere geologică a regiunii căreia îi aparține anomalia cîmpului geomagnetic situată la nord-est de Suceava, putem preciza următoarele:

Pe baza distribuției în suprafață a anomaliei cîmpului gravității se poate considera că regiunea în discuție aparține aliniamentului regional

Tg. Siret—Suceava—Panciu care grupează accidente disjunctive longitudinale în fundamentul Platformei moldovenești, reprezentînd zona de cedare în trepte către vest a acestuia, în Depresiunea precarpatică a Carpaților Orientali. După informațiile obținute prin seismometria de reflexie, la nivelul orizontului gipso-anhidritic din Badenianul mediu al cuverturii de platformă, de la nord către sud între Rădăuți și Piatra Neamț se constată că trecerea de la Platforma moldovenească la Depresiunea precarpatică se face și la acest nivel prin intermediul unor linii de falii succesive marcînd de asemenea o cădere progresivă în trepte de la nord est către sud vest.

Pe de altă parte, din informațiile obținute prin foraje rezultă că fundamentul metamorfic al platformei suportă o cuvertură sedimentară care începe cu o suită atribuită Rifeanului cu grosimi variabile care ating maximum 460 m, urmată de depozite cambro-ordoviciene, siluriene, devoniene și, în sud, carbonifere. Peste aceste formațiuni paleozoice stau depozite mezozoice și terțiare. Luînd ca reper Silurianul, care a fost întîlnit în toate forajele efectuate în Moldova de nord, se constată că intrarea în această formațiune are loc la cota +100 m la Darabani, iar mult la vest de Suceava la cota—2 000 m; grosimea lui cunoscută variază între 80 m la aproximativ jumătate distanță între Roman și Iași și 1 200 m la vest de Rădăuți.

Acordînd o adîncime probabilă intrării în Silurian în zona anomaliei geomagnetice de la nord-est de Suceava de 1 500 m, o grosime estimativă de circa 1 000 m a acestuia, precum și o grosime de circa 500 m pentru depozitele Cambro-Ordovicianului și Rifeanului, rezultă o adîncime a fundamentului cristalin de ordinul a 3 000 m.

Cu alte cuvinte, în absența unor informații certe în zona acestei anomalii, corelarea profilelor geologice ale forajelor în contextul unei structuri geologice probabile dedusă din informațiile geofizice, ajungem la concluzia că fundamentul cristalin se situează la o adîncime comparabilă cu aceea la care se găsește partea superioară a modelului geofizic de simulare.

Rezultă din toate cele de mai sus concluzia că, la stadiul actual de cunoaștere a regiunii care face obiectul acestei discuții, cauza anomaliei cîmpului geomagnetic situată la nord-est de Suceava trebuie atribuită unui corp geologic infracristalin, situat în fundamentul Platformei moldovenești și care, eventual, ajunge cu partea sa superioară pînă la suprafața acestuia. Natura petrografică a acestui corp geologic este probabil granogneissică sau granitică și reprezintă un corp de migmatite de tipul celor de la Todireni, Bătrînești etc. al cărui chimism variază de la un facies mai acid la partea lui superioară către unul ceva mai bazic în zonele inferioare ale lui. Faptul că se găsește într-o treaptă mai adîncă de cedare a fundamentului platformic îi conferă caracteristici de manifestare în cîmpul geomagnetic diferite de ale celor care sînt încorporate în același fundament, dar într-o poziție mult mai elevată în zona situată la est, dintre Siret și Prut.

Primit la redacție la 27 februarie 1982

BIBLIOGRAFIE

AIRINEI ŞT., BOISNARD M., BOTEZATU R., GEORGESCU L., SUCIU P., VISARION M. (1964), *Carte de l'anomalie magnétique ΔZ de Moldavie (Roumanie)*, Revue Roumaine de Géologie, Géophysique et Géographie, Série de Géophysique, **8**, p. 125—134.

BOTEZATU R. (1962), *Măsurători magnetice regionale în Moldova de nord*, Dări de Seamă Comitetul Geologic, **XLIII**, p. 279—293.

CRISTESCU TR., ŞTEFĂNCIUC AL. (1968), *Prezentarea hărţii aeromagnetice a teritoriului României*, Comunicare la al V-lea Simpozion de prospecţiuni geofizice şi fizica scoarţei globului în Republica Socialistă România, Bucureşti.

PROCOPIU ŞT. (1935), *Détermination des éléments magnétiques en Roumanie et Cartes magnétiques de la Roumanie dressées pour le 1-er Juillet 1934*, Annales Scientifiques de l'Université de Jassy, **XXI**, *1—4*, p. 270—302.

PROCOPIU ŞT. (1940), *Mesures magnétiques ehn Roumanie, de 1931 à 1940, et Cartes magnétiques de la Roumanie, dressées pour le 1-er Juillet 1940*, Annales Scientifiques de l'Université de Jassy, **XXVI**, *2*, p. 535—562.

ON THE GEOMAGNETIC ANOMALY SITUATED TO THE NORTH-EAST OF SUCEAVA CITY

(ABSTRACT)

To the north-east of Suceava city an anomaly of the geomagnetic field was mapped, of isolated character and having a particular pattern in respect with all others known in the northern part of Moldavia.

The modelling of its source using modern techniques and the interpretation of the obtained model permit to draw the conclusion that this anomaly is generated by a geological body of granitic or granogneissic nature embodied in the crystalline basement of the Moldavian Platform. This one, that from west to Siret river falls into successive steps, represents the basement of outer limb of the Pre-Carpathian Foredeep. The depth of the upper face of the infracrystalline body obtained by the modelling process is of magnitude order of three kilometers.

RECUNOAȘTEREA MODELULUI LA INTERPRETAREA DATELOR AEROMAGNETICE

M. LUCOYANAKIS

Kalostipi 5, Pireus, Grecia

Tehnica aplicată de recunoaștere a modelului („pattern recognition") este bazată pe măsurarea unor parametri caracteristici ai anomaliei studiate și asimilează sursa magnetică cu un model tip „prismă verticală rectangulară semiinfinită".

Metodele clasice bazate pe principiile de măsurare a unor parametri care să conducă la alegerea unui model dintr-o gamă existentă, sînt cele propuse de Vacquier et al. (1951) și Naudy (1970). Alegerea modelului se face prin compararea cu abace calculate. Precizia interpretării este astfel dependentă de mulțimea de modele studiate iar procedeul întreg capătă un caracter pronunțat intuitiv.

Metodele anterioare presupun construirea de abace pentru diferite latitudini geografice. Acest obstacol poate fi depășit prin utilizarea reducerii la pol, generalizîndu-se astfel metoda parametrilor pentru toate latitudinile. Harta derivatei a doua verticale a anomaliei reduse la pol este de asemenea foarte utilă, în special pentru proprietatea izoliniei ei de zero de a contura sursa anomaliei magnetice (acest lucru este, de fapt, valabil pentru surse avînd dimensiuni orizontale mai mari decît adîncimea lor). Ținînd cont de observațiile de mai sus s-au folosit parametrii arătați în figura 1.

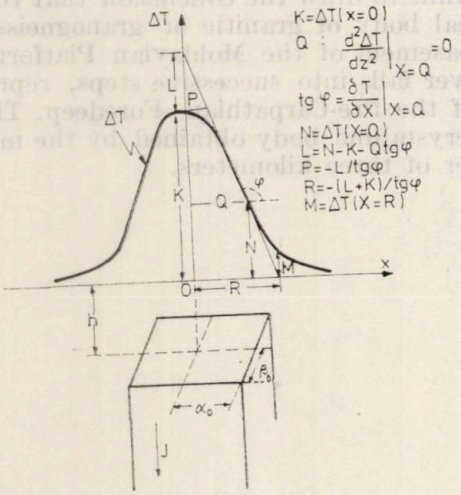


Fig. 1. — Prismă verticală rectangulară semiinfinită cu magnetizare verticală și anomalia cîmpului magnetic total ΔT.

Acești parametri au fost calculați pentru toate prismele de dimensiuni orizontale ($2\alpha_0$, $2\beta_0$), $h = 1$, unde α_0, $\beta_0 = 1{,}2{,}...,$ 10. De asemenea s-au calculat și pentru prismele subțiri $\alpha_0 = 0{,}1$; $0{,}2...0{,}9$, deoarece în

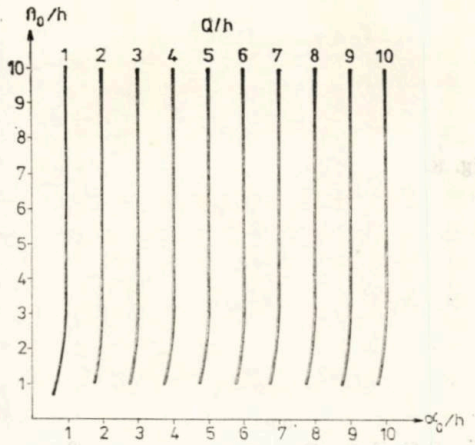


Fig. 2.

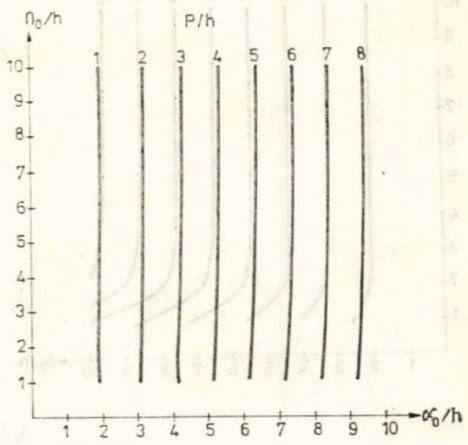


Fig. 3.

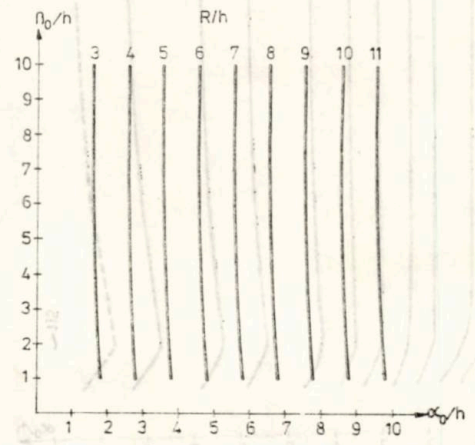


Fig. 4.

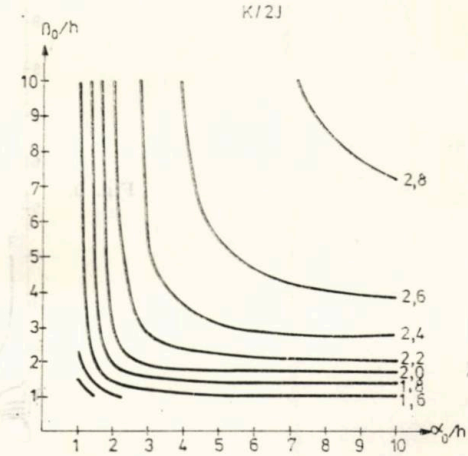


Fig. 5.

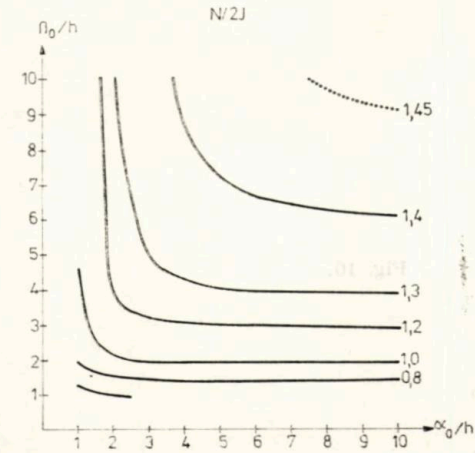


Fig. 6.

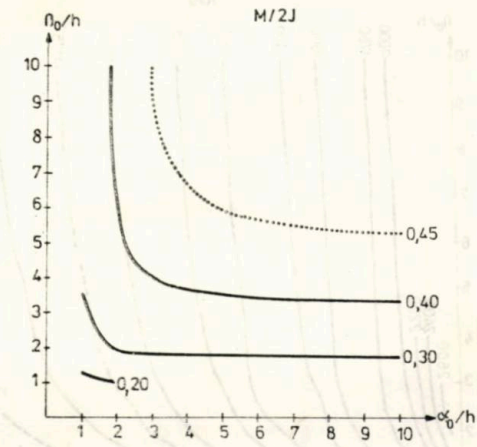


Fig. 7.

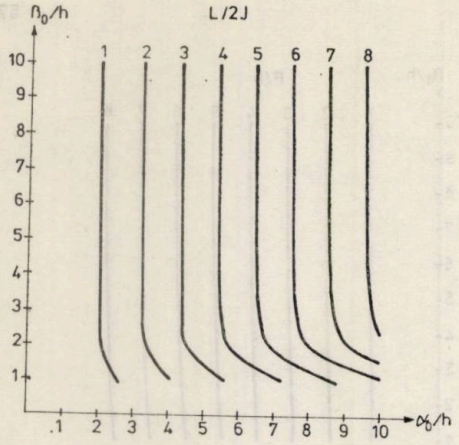


Fig. 8.

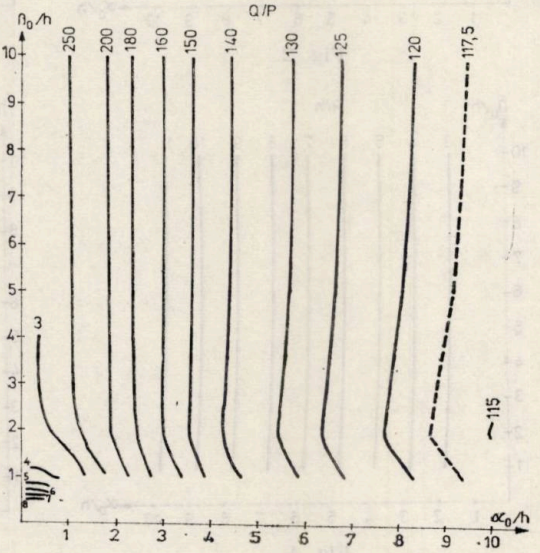


Fig. 9.

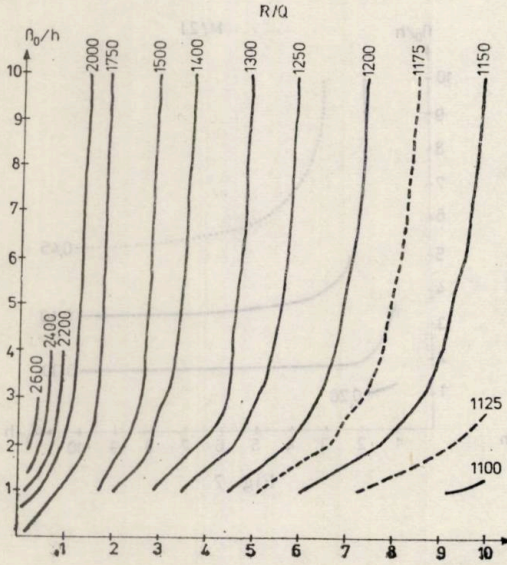


Fig. 10.

acest domeniu al valorilor α_0 parametrii variază foarte repede cu schimbarea dimensiunilor orizontale ale prismei. Calculul parametrilor s-a efectuat folosind formulele date de Bhattacharyya (1964, 1966).

Rezultatele sînt prezentate în figurile 2—8 sub formă de diagrame. În figurile 9 și 10 se prezintă variația raporturilor Q/P și R/Q, mărimi independente de adîncimea h.

Procedeul de interpretare a unei anomalii constă în :

— Trasarea unui profil principal al anomaliei, pe harta anomaliei reduse la pol precum și pe harta derivatei a doua verticale.

— Măsurarea parametrilor în modul arătat în figura 1, începînd cu parametrul Q (măsurat pe harta derivatei a doua).

— Calculul rapoartelor R/Q și Q/P. Modelul $(\alpha_0/h,\ \beta_0/h)$ se recunoaște imediat din diagramele 9 și 10, la intersecția a două izolinii (folosind hîrtie transparentă pentru una din cele două diagrame). Revenind acum la una din cele trei diagrame Q/h, R/h sau P/h, adîncimea h se obține împărțind valoarea măsurată a parametrului respectiv prin cea dată de diagramă. Avînd h și valorile α_0/h, β_0/h, obținem și dimensiunile α_0, β_0 ale modelului.

— Estimarea magnetizării $I = kT$ a sursei din oricare din cei 4 parametri verticali, tot printr-o simplă împărțire. Parametrii k și N se consideră a fi cei mai utilizabili.

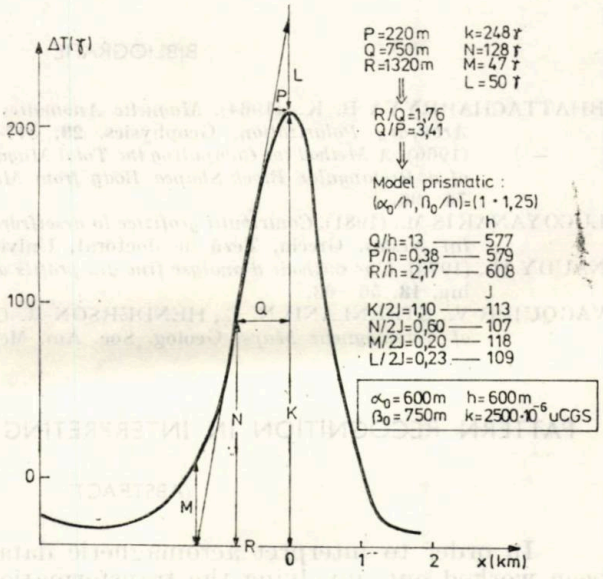


Fig. 11. — Anomalia ΔT din regiunea Stavroupolis-Xanthi redusă la pol și interpretarea ei cantitativă ; profil FF_1.

Procedeul se poate repeta pentru cealaltă parte a profilului precum și pentru alte profile principale ale anomaliei, în vederea unei mai corecte determinări a valorilor medii pentru h, α_0, β_0 și k.

Procedeul expus prezintă următoarele avantaje :

— este rapid și simplu, folosind doar puține diagrame ;

— permite interpretarea anomaliilor cumulate cu o tendință regională liniară (ca și în cazul metodei lui Naudy, 1970) ;

— alegerea modelului nu se face intuitiv ci sistematic (ceea ce este un avantaj net în comparaţie cu metodele precedente de acest tip);

— permite o analiză fină a anomaliilor, avînd o rezoluţie înaltă la alegerea modelului.

Limitările procedeului sînt legate de sursele de o formă pronunţat finită precum şi de efecte datorate magnetizării remanente, limitări de altfel comune tuturor metodelor de interpretare de acest tip. Precizia rezultatelor este afectată de precizia datelor de observaţie şi a hărţii aeromagnetice deduse precum şi de calitatea transformărilor la care aceasta este supusă. Existenţa algoritmelor rapide Fourier (FFT) rezolvă satisfăcător această ultimă problemă.

În figura 11 se arată amănunţit, ca exemplificare, întregul proces al interpretării unei anomalii reduse la pol, dintr-o regiune din Grecia nord-estică. Modelul dedus are dimensiuni orizontale de $(600 \times 750) \times 2$m; se află la o adîncime de 600 m sub linia de zbor şi are o susceptibilitate magnetică de ordinul a $2500 \cdot 10^{-6}$ u·CGS, (pentru $T = 45\,000$ nT). Rezultatele sînt concordante cu interpretarea geologică a anomaliilor aeromagnetice din regiunea respectivă, anomalii provocate de intruziuni granitice ce predomină în această regiune (Lucoyanakis, 1981).

Primit la redacţie la 4 martie 1983

BIBLIOGRAFIE

BHATTACHARRYYA B. K., (1964), *Magnetic Anomalies Due to Prism-Shaped Bodies, with Arbitrary Polarization*, Geophysics, **29**, 517—531.

— (1966), *A Method for Computing the Total Magnetization Vector and the Dimensions of a Rectangular Block-Shaped Body from Magnetic Anomalies*, Geophysics, **38**, 74—96.

LUCOYANAKIS M., (1981), *Contribuţii geofizice la descifrarea structurii geologice a deltei fluviului Nestos*, Grecia, Teză de doctorat, Universitatea Bucureşti.

NAUDY H., (1970), *Une méthode d'analyse fine des profils aeromagnétiques*, Geophys. Prospecting, **18**, 56—63.

VACQUIER V., STEENLAND N. C., HENDERSON R. C., ZIETZ I., (1951), *Interpretation of Aeromagnetic Maps*, Geolog. Soc. Am. Mem., 47 (reprinted 1963).

PATTERN RECOGNITION IN INTERPRETING AEROMAGNETIC DATA

(ABSTRACT)

In order to interpret aeromagnetic data a complex procedure has been worked out, involving the transformation of observational data in the spectral domain (reduction to the pole, second vertical derivative of the field reduced to the pole), the recognition of the source-pattern from the relationships between certain "horizontal parameters" of the anomalies and the estimation of the magnetic properties thereof from "vertical parameters".

PRELUCRAREA SPECTRELOR GAMA OBȚINUTE PRIN ACTIVARE CU NEUTRONI TERMICI

FL. RĂDULESCU, S. ANASTASE

Institutul de geologie și geofizică, str. Caransebeș nr. 1, R-79557, București, România

Introducerea pe scară largă a metodei instrumentale de analiză prin activare cu neutroni (A.I.A.N) pentru determinarea unui număr mare de elemente din probele geologice, impune prelucrarea unor spectre gama cu un caracter foarte complex. Găsirea metodelor de prelucrare adecvate unor astfel de spectre, avînd ca scop extragerea maximului de informații calitative și cantitative, păstrînd un nivel ridicat al exigențelor de precizie în determinare, constituie principala preocupare a tuturor cercetătorilor din acest domeniu.

În prelucrarea spectrelor gama, două aspecte sînt esențiale : identificarea energetică a elementelor care apar în spectru ; determinarea ariilor fotopicurilor caracteristice ce stau la baza evaluărilor cantitative.

Determinarea celor două mărimi nu este întotdeauna simplu de realizat în cazul spectrelor gama complexe. Astfel, sînt situații cînd două sau mai multe fotopicuri se interinfluențează (fiind foarte apropiate energetic) fapt care conduce la o inexactă identificare energetică și la o eroare considerabilă a ariilor determinate prin metodele utilizate curent (Covell, Quittner [7]). În plus, erori considerabile poate introduce, în cazul spectrelor complexe, forma curbei de fond (amplitudine, curbură) pe care fotopicurile se situează.

Metoda de prelucrare a spectrelor gama pe care o prezentăm în continuare se bazează pe aproximarea spectrului gama măsurat cu un model teoretic și folosește criteriul celor mai mici pătrate în determinarea parametrilor acestuia [1, 3, 8].

Lucrarea prezintă principalele aspecte teoretice ale prelucrării, programele de calcul necesare determinării parametrilor spectrului complex, precum și o scurtă apreciere a gradului în care modelul teoretic ales aproximează spectrul gama măsurat.

1. CONSIDERAȚII TEORETICE

1.1. IDENTIFICAREA ENERGETICĂ

Identificarea energetică constă în determinarea poziției fotopicurilor în cadrul spectrului, atît ca poziție relativă (canal) cît și ca poziție absolută (energie).

În vederea identificării canalului ce corespunde amplitudinii maxime a fotopicurilor se folosesc în general derivatele numerice de diverse ordine. În lucrarea de față vom descrie metoda de identificare bazată pe derivata de ordinul doi [6].

Aproximînd fotopicurile unui spectru cu curbe de tip Gauss, iar linia de fond pe care acestea se suprapun cu un polinom de gradul doi, relaţia analitică care aproximează spectrul complex are următoarea formă

$$F(i, \mathbf{P}) = \sum_{j=1}^{M} G_j(i) + Ai^2 + Bi + C \qquad (1)$$

unde M este numărul de fotopicuri; G_j — curba de tip Gauss ce aproximează fotopicul j; $\mathbf{P}$ — vectorul parametrilor spectrului.

Derivata a doua a funcţiei F are valoare constantă în orice interval în care nu există fotopic şi valoare negativă în prezenţa acestuia (fig. 1). Deoarece în realitate nu se derivează o funcţie continuă ci una discretă, odată cu calcularea derivatei este necesară şi calcularea deviaţiei standard a acesteia în fiecare punct.

Determinarea valorilor energetice a fotopicurilor se realizează simplu prin înlocuirea canalului de apariţie într-o relaţie de forma

$$ENE_J = A_1R^2(J) + A_2R(J) + A_3 \qquad (2)$$

relaţie ai cărei coeficienţi (A_1, A_2, A_3) sînt determinaţi în urma calibrării energetice.

1.2. DETERMINAREA PARAMETRILOR SPECTRULUI GAMA COMPLEX

Considerînd că într-o zonă din spectru, M fotopicuri se situează pe o curbă de fond descrisă de un polinom de gradul doi (interinfluenţîndu-se reciproc), notînd cu $\mathbf{P} = (A_1, X_1, \sigma_1, \ldots, A, B, C)$, vectorul parametrilor spectrului, relaţia (1) se poate scrie explicit astfel

$$F(i, \mathbf{P}) = \sum_{j=1}^{M} A_j \mathrm{Exp}(-(i - X_j)^2/2\sigma_j^2) + Ai^2 + Bi + C \qquad (3)$$

unde A_j este amplitudinea fotopicului j; X_j — centroidul fotopicului j; Γ_j — rezoluţia detectorului la energia E_j, ($\Gamma_j = 2,355\ \sigma_j$).

Ştiind că aria unui fotopic în cazul aproximării acestuia cu o curbă de tip Gauss este

$$ARIA_j = \sqrt{2\pi}\ A_j\sigma_j \qquad (4)$$

problema care trebuie rezolvată în cazul multipleţilor este aceea de a determina valoarea vectorului $\mathbf{P}$.

Punînd condiţia ca suma diferenţelor pătrate ale valorilor măsurate în canalul i şi funcţia teoretică $F(i, \mathbf{P})$ să fie minimă, determinarea parametrilor va conduce la o problemă de programare neliniară fără restricţii în care funcţia obiectiv are următoarea formă

$$\chi^2(\mathbf{P}) = \frac{1}{N - H} \sum_{i=1}^{N} (Y(i) - F(i, \mathbf{P}))^2/Y(i) \qquad (5)$$

unde $Y(i)$ este viteza de numărare în canalul i; N — numărul de puncte care definesc spectrul; H — numărul de parametri ai spectrului ($H = 3M + 3$).

Condiția necesară ca **P** să fie un optim al problemei de programare: $\min \chi^2(P)$, $\mathbf{P} \in \mathbf{E}^H$, unde $\mathbf{E}^H$ este spațiul euclidian; H — dimensional, este

$$\nabla \chi^2(\mathbf{P}) = 0. \tag{6}$$

Determinarea minimului funcției χ^2 se poate realiza pe mai multe căi ([2, 4, 5]), în literatura matematică de specialitate existînd diverși algoritmi de calcul care încearcă să rezolve probleme de acest gen.

În lucrarea de față am rezolvat problema optimizării funcției χ^2 folosind metoda dezvoltării în serie a funcției F, metodă recomandabilă în acest caz deoarece există posibilitatea cunoașterii unei prime aproximații a soluției optimale **P**.

Algoritmul determinării parametrilor comportă două faze principale: prima fază constă în determinarea unei prime aproximații a vectorului **P**, fază în care se urmărește determinarea valorilor de amplitudine a fotopicurilor și a parametrilor curbei de fond (o primă aproximație a parametrilor X_j, σ_j este cunoscută: prima, din identificarea energetică, iar a doua, variind în jurul unei valori constante la energia E_j); în faza a doua se urmărește atingerea minimului funcției χ^2 prin dezvoltări repetate în serie.

ETAPA I — Dezvoltînd în serie în jurul punctului $\mathbf{X} = (X_1, \sigma_1 \ldots, \ldots, X_M, \sigma_M) \in \mathbf{E}^{2M}$ a părții exponențiale, funcția $F(i, \mathbf{P})$ capătă următoarea formă:

$$F(i, \mathbf{P}') = \sum_{j=1}^{M} (e_{1,j}(i)A_j + e_{2,j}(i)A_j \Delta X_j + e_{3,j}(i)\, A_j \Delta \sigma_j) + Ai^2 + Bi + C. \tag{7}$$

Înlocuind sub această formă funcția $F(i, \mathbf{P}')$ în relația (5) și punînd condiția de minim (6), vectorul $\mathbf{P}'$ rezultă din rezolvarea unui sistem simetric de ecuații liniare cu H necunoscute

$$\mathbf{C} * \mathbf{P}' = \mathbf{T}. \tag{8}$$

Notînd cu $\mathbf{P}'$ vectorul $(A_1, A_1\Delta X_1, A_1\Delta\sigma_1, \ldots, A, B, C)$ și cu **E** vectorul $(e_{1,1}, e_{2,1}, e_{3,1}, \ldots, e_{1,M}, e_{2,M}, e_{3,M}, i^2, i, 1)$ ale cărui componente sînt:

$$\begin{aligned} e_{1,j}(i) &= \mathrm{Exp}(-(i - X_j)^2/2\sigma_j^2) \\ e_{2,j}(i) &= e_{1,j}(i) \cdot (i - X_j)/\sigma_j^2 \\ e_{3,j}(i) &= e_{1,j}(i) \cdot (i - X_j)^2/\sigma_j^3 \end{aligned} \tag{8'}$$

coeficienții matricei **C** și ai termenului liber **T** se pot calcula conform relațiilor

$$\begin{aligned} C(I, J) &= \sum_{i=1}^{N} E(I) \cdot E(J)/Y(i) \\ T(I) &= \sum_{i=1}^{N} E(I) \end{aligned} \tag{9}$$

cu $I, J = 1, H$ și $C(I, J) = C(J, I)$.

Din combinarea celor doi vectori **X** și **P'** rezultă în finalul acestei etape o primă aproximație a vectorului **P**.

ETAPA II — Cunoscînd o primă aproximație a vectorului **P** funcția $F(i, \mathbf{P})$ poate fi acum dezvoltată complet în serie (păstrînd numai termenii de gradul zero și unu), obținîndu-se forma

$$F(i, \Delta\mathbf{P}) = \sum_{j=1}^{M} (e_{0,j}(i) + e_{1,j}(i)\Delta A_j + e_{2,j}(i)\Delta X_j + \\ + e_{3,j}(i)\Delta\sigma_j) + i^2\Delta A + i\Delta B + \Delta C + i^2 A + iB + C \tag{10}$$

unde

$$\Delta\mathbf{P} = (\Delta A_1, \Delta X_1, \Delta\sigma_1, \ldots, \Delta A_M, \Delta X_M, \Delta\sigma_M, \Delta A, \Delta B, \Delta C)$$

și

$$e_{0,j}(i) = A_j \mathrm{Exp}(-(i - X_j)^2/2\sigma_j^2)$$

$$e_{1,j}(i) = \mathrm{Exp}(-(i - X_j)^2/2\sigma_j^2) \tag{10'}$$

$$e_{2,j}(i) = e_{0,j}(i)\cdot(i - X_j)/\sigma_j^2$$

$$e_{3,j}(i) = e_{0,j}(i)\cdot(i - X_j)^2/\sigma_j^3.$$

Punînd condiția de minim, componentele vectorului $\Delta\mathbf{P}$ se determină rezolvînd sistemul

$$\mathbf{C}\cdot\Delta\mathbf{P} = \mathbf{T} \tag{11}$$

unde

$$C(I, J) = \sum_{i=1}^{N} E(I)\cdot E(J)/Y(i) \tag{12}$$

$$T(I) = \sum_{i=1}^{N} E(I)\cdot(Y(i) - F(i, \mathbf{P}))/Y(i)$$

iar

$$F(i, \mathrm{P}) = \sum_{j=1}^{M} e_{0,j}(i) + Ai^2 + Bi + C.$$

Din acest punct procesul devine iterativ, soluția problemei la pasul $k + 1$ fiind: $\mathbf{P}^{k+1} = \mathbf{P}^k + \Delta\mathbf{P}$, soluție cu ajutorul căreia urmează o nouă dezvoltare în serie.

Algoritmul poate fi oprit în situația în care se îndeplinește un anumit criteriu de stop (acesta fiind un stop normal, considerîndu-se că s-a atins minimul funcției χ^2 cu precizia dorită), sau în momentul în care numărul de iterații maxim admis este depășit (fără ca precizia dorită în evaluarea minimului să fie atinsă).

Metoda descrisă oferă posibilitatea calculării abaterilor standard ale parametrilor utilizînd relația

$$\sigma^2 P(I) = C^{-1}(I, I) \tag{13}$$

unde $C^{-1}(I, I)$ sînt elementele de pe diagonala matricei inverse.

2. DESCRIEREA SUBRUTINELOR DE CALCUL

Metodele descrise anterior au făcut obiectul întocmirii unor subrutine de calcul scrise în limbajul de programare FORTRAN, subrutine descrise în cele ce urmează.

```
1     * SEGMENT BLOC2
2           SUBROUTINE IDENT(IDI,NP,IT,ICAY,KR,KPIC,NPOZ,NPC,NU)
3           COMMON/BLOC2/DER(800),ABAT(800)
4           DIMENSION NPOZ(1)
5           M=0
6           V=0.
7           KPIC=0
8           H=0
9           DO 100 I=IDI,NP
10          IT=I
11          CA=ABS(DER(I))
12          IF(CA.GE.KR*ABAT(I)) GO TO 101
13          IF(KPIC.EQ.0) GO TO 100
14          M=M+1
15          IF(M.EQ.NPC) GO TO 125
16          GO TO 100
17    101   M=0
18          IF(DER(I).GT.0.0) GO TO 100
19          IF(DER(I).LT.V) GO TO 107
20    110   IF(H.EQ.0) GO TO 100
21          KPIC=KPIC+1
22          IF(KPIC.EQ.21) GO TO 130
23          IF(KPIC.GT.1) GO TO 120
24          ICI=IT+NU-NPC
25          IF(ICI.LE.0) GO TO 121
26          ICAY=ICI
27          GO TO 120
28    121   ICAY=1
29    120   NPOZ(KPIC)=H+NU
30          H=0
31          V=0
32          GO TO 100
33    107   IF(DER(I).LE.DER(I-1)) GO TO 108
34          H=0
35          GO TO 109
36    108   V=DER(I)
37          H=I
38    109   CA=ABS(DER(I+1))
39          IF(CA.LT.KR*ABAT(I+1).OR.DER(I+1).GT.0.0) GO TO 110
40    100   CONTINUE
41    125   RETURN
42    130   KPIC=KPIC-1
43          RETURN
44          END
```

1. Subrutina IDENT — realizează identificarea fotopicurilor din spectru, utilizînd algoritmul descris în 1.1.
Cu ajutorul acestei subrutine spectrul gama studiat este împărţit în zone, astfel încît în fiecare zonă să se afle numai acele fotopicuri care se consideră că se influenţează reciproc.

Parametri utilizaţi:

IDI — nr. canalului de la care începe identificarea (iniţial se porneşte cu IDI = 2 iar la următoarea revenire cu IDI = IT).

NP — nr. de puncte ale spectrului (canale).

NPC — nr. de canale peste care se consideră că două fotopicuri nu se mai influenţează.

KR — coeficientul de testare a fotopicurilor.

NU — nr. de canale care se pierd din spectru în urma derivării.

IT — ultimul canal testat din zonă.

ICAY — canalul de început al zonei.

KPIC — nr. de picuri identificate (KPIC < 21).

NPOZ — vectorul în care se află poziţia relativă a fotopicurilor.

```
      * SEGMENT BLOC3.
            SUBROUTINE CALCUL(KPIC,NPSIL,IPAR,X0,N3,Y1,ICAY,ISFY)
            COMMON/BLOC3/C(1956),CC(1955),T(53),T1(53),SOL(63),SOL1(53),STAN(5
           13),PDIF(800),DIF(800)
            DIMENSION X0(1)
            DOUBLE PRECISION C,CC,T,T1,SOL,SOL1,STAN
            INTEGER Y1(1)
            N=3*KPIC+3
            NFT=N-3
            NUF=N*(N+1)/2
            ITER=1
            DO 200 I=1,NUF
            C(I)=0.
        200 CONTINUE
            DO 201 I=1,N
            T(I)=0.
        201 CONTINUE
      C
      CC                CALCULUL VECTORULUI  E
      C
            DO 209 NK=1,N3
            NU=1
            DO 202 J=1,NFT,3
            U=NK-X0(NU)
            U4=U*U
            U1=X0(NU+1)
            U2=U1*U1
            U3=U2*U1
            STAN(J)=EXP(-U4/(2*U2))
            STAN(J+1)=U*STAN(J)/U2
            STAN(J+2)=U4*STAN(1)/U3
            NU=NU+2
        202 CONTINUE
            STAN(NFT+1)=NK*NK
            STAN(NFT+2)=NK
            STAN(NFT+3)=1.
      C
      CC                CALCULUL MATRICEI C(CC)  SI VECTORULUI T(T1)
      C
            DO 205 I=1,N
            DO 204 J=I,N
            K5=I+(J*J-J)/2
            C(K5)=C(K5)+STAN(I)*STAN(J)/Y1(NK)
        204 CONTINUE
            T(I)=T(I)+STAN(I)
        205 CONTINUE
        209 CONTINUE
            CALL INV(N,NPSIL)
            IF(NPSIL.EQ.1) RETURN
      C
      CC                CONSTRUIREA VECTORULUI  P
      C
            J=1
            DO 207 I=1,NFT,3
            SOL(I)=SOL(I)
            SOL(I+1)=X0(J)
            SOL(I+2)=X0(J+1)
            J=J+2
        207 CONTINUE
            IF(IPAR.EQ.1) WRITE(108,208) N,ICAY,ISFY,(SOL(I),I=1,N)
        208 FORMAT(////,10X,'NUMAR DE PARAMETRII = ',I4//,10X,'CANALUL DE INCE
           1PUT  = ',I4/,10X,'CANALUL DE SFIRSIT = ',I4//,10X,'PRIMA APROXIMA
           2TIE A VECTORULUI P ESTE :'///(6X,3F12.2/))
            RETURN
            END
```

2. Subrutina CALCUL — calculează prima aproximaţie a vectorului **P** utilizînd algoritmul descris în 1.2.

Parametri utilizaţi:

KPIC — nr. fotopicurilor considerate la prelucrare.

NPSIL — identificator de matrice singulară.

IPAR — indicator de afişare a datelor intermediare.

X0 — vectorul în jurul căruia se realizează dezvoltarea în serie a părţii exponenţiale a funcţiei F.

N3 — nr. de puncte ale zonei de prelucrat.

Y1 — vectorul cu valorile de prelucrat.

ICAY — canalul de început al zonei.

ISFY — canalul de sfîrşit al zonei.

În finalul acestei subrutine prima aproximație a vectorului **P** se află în vectorul **SOL**.

```
      * SEGMENT BLOC3
            SUBROUTINE OPTIM(N3,YT,NITER1,NITER,KPIC,IPAR,EPS,NPSIL,N,ICAY,IS
           1FY)
            COMMON/BLOC3/C(1966),CC(1966),T(63),T1(63),SOL(63),SOL1(63),STAN(6
           13),PDIF(800),DIF(800)
            INTEGER Y1(1)
            DOUBLE PRECISION C,CC,T,T1,SOL,SOL1,STAN
            N=3*KPIC+3
            NFT=N-3
            NUF=N*(N+1)/2
            FLAM=0.001
            CALL FUN(N,KPIC,FF,IPAR,N3,Y1,ICAY,ISFY)
            ITER=1
        258 F1=FF
            DO 263 I=1,N
            SOL1(I)=SOL(I)
        263 CONTINUE
            DO 233 I=1,NUF
            CC(I)=0.
        233 CONTINUE
            DO 234 I=1,N
            T1(I)=0.
        234 CONTINUE
      C
      C               CALCULUL VECTORULUI  E
      C
            DO 235 NK=1,ND
            NU=2
            DO 236 J=1,NFT,3
            U=NK-SOL(NU)
            U4=U*U
            U1=SOL(NU+1)
            U2=U1*U1
            U3=U2*U1
            STAN(J)=EXP(-U4/(2.*U2))
            STAN(J+1)=SOL(J)*U*STAN(J)/U2
            STAN(J+2)=SOL(J)*U4*STAN(J)/U3
            NU=NU+3
        236 CONTINUE
            STAN(NFT+1)=NK*NK
            STAN(NFT+2)=NK
            STAN(NFT+3)=1.
      C
      C               CALCULUL MATRICEI C(CC)  SI VECTORULUI T(T1)
      C
            DO 237 I=1,N
            DO 238 J=I,N
            K5=I+(J*J-J)/2
            CC(K5)=CC(K5)+STAN(I)*STAN(J)/Y1(NK)
        238 CONTINUE
            T1(I)=T1(I)+STAN(I)*(Y1(NK)-PDIF(NK))/Y1(NK)
        237 CONTINUE
        235 CONTINUE
            ITER1=1
        242 DO 239 I=1,N
            DO 240 J=I,N
            K5=I+(J*J-J)/2
            C(K5)=CC(K5)
            IF(I.EQ.J) C(K5)=C(K5)+FLAM
        240 CONTINUE
            T(I)=T1(I)
        239 CONTINUE
            CALL INV(N,NPSIL)
            IF(NPSIL.EQ.1) RETURN
            DO 257 I=1,N
            SOL(I)=SOL(I)+SOL1(I)
        257 CONTINUE
            CALL FUN(N,KPIC,FF,IPAR,N3,Y1,ICAY,ISFY)
            IF(F1-FF) 248,249,249
        248 FLAM=10.*FLAM
            IF(IPAR.EQ.1) WRITE(108,718) ITER,ITER1,FLAM,(SOL(I),I=1,N)
            ITER1=ITER1+1
            IF(ITER1.GT.NITER1) GO TO 253
            GO TO 242
        249 DO 450 J=1,N
            SOL1(J)=SOL(J)
        450 CONTINUE
```

```
      FLAM=FLAM/10.
      IF(IPAR.EQ.1) WRITE(108,718) ITER,ITER1,FLAM,(SOL(I),I=1,N)
      ITER=ITER+1
      IF(ITER.GT.NITER) GO TO 573
      F3=ABS(FF-FF)
      IF(F3.LT.EPS) GO TO 573
      GO TO 258
  573 DO 714 I=1,NUF
      C(I)=CC(I)
  714 CONTINUE
      DO 715 I=1,N
      SOL1(I)=SOL(I)
  715 CONTINUE
C
C           CALCULUL ABATERILOR STANDAR
C
      CALL INV(N,NPSIL)
      DO 729 I=1,N
      IRA=I+(I*I-I)/2
      STAN(I)=C(IRA)
      STAN(I)=DSQRT(STAN(I))
  729 CONTINUE
      DO 716 I=1,N
      SOL(I)=SOL1(I)
  716 CONTINUE
      IF(IPAR.EQ.1) WRITE(108,732) FF,(STAN(I),I=1,N)
  718 FORMAT(////,10X,' ITER =',I5,/10X,' ITER1=',I5,/10X,' LAMDA=',F12.
     16///10X,' SOLUTIA SISTEMULUI ',/(6X,3F12.2))
  732 FORMAT(///10X,'VALOAREA FUNCTIEI',E12.6///10X,'ABATERILE STANDARD
     -CUMULATE'//(10X,3E15.6))
      RETURN
      END
```

3. Subrutina OPTIM calculează soluţia optimală **P**, utilizînd etapa II din algoritmul de minim. În finalul acestei subrutine soluţia optimală **P** se găseşte în vectorul **SOL** iar abaterile standard ale parametrilor determinaţi în vectorul **STAN**. În afară de parametrii utilizaţi în subrutina CALCUL în această subrutină se utilizează în plus următorii parametri:

NITER — nr. de iteraţii principale admis.
NITER1 — nr. maxim de iteraţii secundare admis.
EPS — precizia impusă în evaluarea minimului.

$$|FF^k - FF^{k+1}| < EPS$$

N — nr. parametrilor consideraţi la prelucrare.

4. Subrutina FUN realizează calculul funcţiei χ^2 (FF), calculează spectrul teoretic şi diferenţa dintre spectrul calculat şi cel măsurat. Principalii vectori care apar în calcule au fost aranjaţi în tablouri de date comune. Semnificaţia lor este următoarea:

BLOC 2

DER — vectorul derivatei spectrului.
ABAT — vectorul deviaţiei standard a derivatei.

BLOC 3

C — vectorul care obţine coeficienţii matricei sistemului.
CC — vector de manevră.
T — vectorul termenului liber.
T1 — vector de manevră.
SOL — vectorul soluţiei sistemului.
SOL1 — vector de manevră.
STAN — vectorul în care se află coeficienţii dezvoltării în serie iar în final abaterile standard ale parametrilor.
PDIF — conţine valorile spectrului calculat.
DIF — conţine valorile reziduale.

```
1     * SEGMENT BLOC3
2           SUBROUTINE FUN(N,KPIC,FF,IPAR,N3,Y1,ICAY,ISFY)
3           INTEGER Y1(1)
4           COMMON/BLOC3/C(1966),CC(1966),T(63),T1(63),SOL(63),SOL1(63),STAN(6
5          13),PDIF(800),DIF(800)
6           DOUBLE PRECISION C,CC,T,T1,SOL,SOL1,STAN
7           NPA=N-3
8           FF=0
9           DO 600 J=1,N3
10          FUNC=0
11          DO 601 I=1,NPA,3
12          FUNC=FUNC+SOL(I)*DEXP(-(J-SOL(I+1))*(J-SOL(I+1))/(2*SOL(I+2)**2))
13    601   CONTINUE
14          FUNC=FUNC+(SOL(3*KPIC+1)*J+SOL(3*KPIC+2))*J+SOL(3*KPIC+3)
15          PDIF(J)=FUNC
16          DIF(J)=FUNC-Y1(J)
17          FF=FF+DIF(J)*DIF(J)/Y1(J)
18    600   CONTINUE
19          FF=FF/(N3-N)
20          IF(IPAR.EQ.1) WRITE(108,603) ICAY,ISFY,FF,(Y1(I),PDIF(I),DIF(I),I=
21         11,N3)
22    603   FORMAT(////10X,'VALORILE REZIDUALE SI VALORILE CALCULATE ALE FUNCTI
23         -EI  CANALUL DE INCEPUT',I4,' CANAL SFIRSIT',I4//10X,'VALOAREA FF=
24         1',E12.5///T15,'VALORILE MASURATE',T38,'VALORI CALCULATE',T60,'DIFE
25         1RENTA'///(19X,I8,14X,I8,12X,I6/))
26          RETURN
27          END
```

3. REZULTATE EXPERIMENTALE

Spectrele gama utilizate în prelucrare sînt spectre obținute în urma activării cu neutroni termici a unor probe geologice în următoarele condiții de iradiere și măsură :

— Iradierea s-a efectuat într-unul din canalele active ale reactorului I.F.I.N. la un flux de neutroni termici de 10^{13} n/cm^2.s timp de 5 ore. Au fost utilizate probe mojarate fin (400 mesh) în greutate de 50 mg, ambalate în foiță de aluminiu pur.

— A fost utilizat un echipament de spectrometrie gama de rezoluție înaltă cu detector Ge-Li tip coaxial, volum activ 22 cm^3, eficacitatea 10%, raport PIC/COMPTON la energia 1,33 MeV (^{60}Co) de 17 : 1 și o rezoluție energetică de 3,7 keV (FWHM). Pentru prelucrarea semnalelor date de detector s-a utilizat un echipament electronic Canberra și un analizor cu 800 canale tip SA-43 (Intertechnique). Măsurătorile s-au efectuat la o lărgime a benzii energetice de 0,5 keV/canal, distanța probă — detector 5 cm, iar timpul de măsură o oră.

Programele de calcul prezentate au fost testate pe o serie de spectre, eficacitatea algoritmului utilizat fiind dată de trei aspecte principale : gradul aproximării ; precizia parametrilor determinați și viteza de convergență.

În figura 1 am reprezentat o zonă dintr-un spectru gama în care apar 5 fotopicuri. Derivata a doua pune în evidență toate fotopicurile însă prin condiția de selectare impusă numai fotopicurile 2 și 3 au fost luate în considerare la prelucrat. În această situație spectrul calculat aproximează foarte bine spectrul măsurat, valoarea funcției χ^2 care reflectă gradul aproximării fiind 0,453.

În ceea ce privește precizia parametrilor calculați și a numărului de iterații necesare atingerii preciziei de calcul impuse (EPS = 0,001), rezultatele din tabelul 1 sînt concludente. Se observă astfel că eroarea parametrilor se încadrează în limite foarte bune (8% pentru A_2, 1% pentru X_2 și 5% pentru σ_2), numărul de iterații utilizate fiind redus (3).

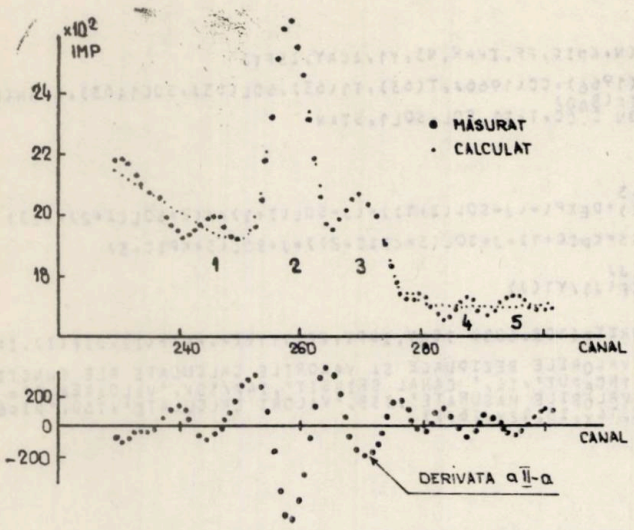


Fig. 1. — Valorile măsurate, calculate şi derivata a doua, pentru o zonă din spectrul gama obţinut prin activare cu neutroni termici.

Tabelul 1

Valorile parametrilor în procesul căutării minimului funcţiei χ^2

ETAPA	ITER	FOTOPICUL 1			FOTOPICUL 2			CURBA DE FOND			χ^2
		A_1	X_1	σ_1	A_2	X_2	σ_2	A	B	C	
I	—	—	260,0	4,00	—	272,0	4,00	—	—	—	
	—	795	260,0	4,00	320	272,0	4,00	0,12	−14,9	2153	2,416
II	1	795	260,0	3,01	320	271,6	3,31	0,12	−14,9	2153	0,455
	2	821	260,1	3,13	322	271,5	3,25	0,13	−15,9	2153	0,453
	3*	824	260,1	3,15	324	271,5	3,20	0,13	−15,8	2155	0,453
		±28	±0,13	±0,13	±26	± 0,30	±0,15	±0,02	± 1,4	±18	

* Pentru ultima iteraţie sînt date şi abaterile standard ale parametrilor.

În cazul în care numărul de fotopicuri ce trebuie simultan prelucrate este mai mare, numărul de iteraţii necesare atingerii preciziei impuse creşte. Astfel pentru zona de spectru reprezentată în figura 2 au fost necesare 6 iteraţii principale (ITER) pentru ca funcţia χ^2 să ajungă de la 34,65 la prima iteraţie la 3,4 la a şasea iteraţie. În tabelul 2 am reprezentat valoarea funcţiei χ^2 raportată la fiecare iteraţie pentru a putea observa mai bine modul de funcţionare al algoritmului de minim.

Pentru aceeaşi zonă de spectru am reprezentat în tabelul 3 valorile teoretice ale parametrilor la prima şi respectiv ultima iteraţie.

Din acest tabel (şi din fig. 2) se pot observa următoarele:

— În cazul fotopicurilor 2 şi 3 calculul ariilor prin metoda Covell va introduce erori considerabile datorită celor două influenţe (fotopicuri apropiate energetic, forma curbei de fond), ariile calculate în această situaţie vor fi mai mari decît ariile reale. În cazul în care ariile vor fi calculate conform relaţiei (4) acestea vor reprezenta valoarea exactă deoarece prin metoda de calcul utilizată cele două tipuri de influenţe au fost eliminate.

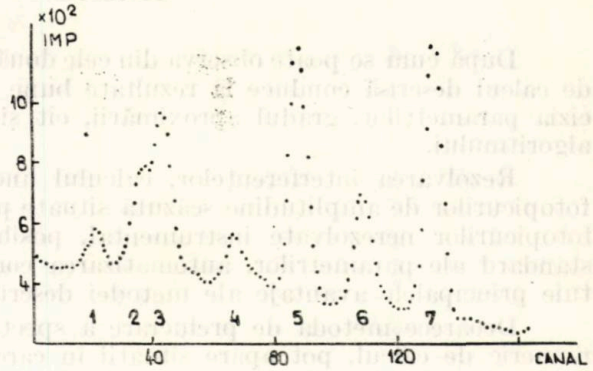


Fig. 2.— Spectrul gama obținut prin activare cu neutroni termici, pe baza căruia au fost determinați parametrii teoretici ilustrați în tabelul 3.

Tabelul 2

Variația funcției χ^2 (pentru spectrul din fig. 2)

ITER	ITER 1	χ^2	ITER	ITER 1	χ^2
—	—	220,34	4	1	4,42
1	1	34,65	5	1	43,01
2	1	11,05	5	2	3,54
3	1	21,06	6	1	122,47
3	2	11,05	6	2	3,46
3	3	9,82	6	3	3,46

Tabelul 3

Valorile parametrilor la prima, respectiv ultima iterație pentru spectrul din figura 2

Nr. pic	PRIMA ITERAȚIE			ULTIMA ITERAȚIE		
	A_j	X_j	σ_j	A_j	X_j	σ_j
1	1006	20,1	2,39	1249 ± 48	$19,5 \pm 0,19$	$2,82 \pm 0,17$
2	2073	32,5	1,70	2914 ± 76	$34,2 \pm 0,17$	$3,10 \pm 0,12$
3	5209	40,7	3,21	5145 ± 85	$41,6 \pm 0,10$	$3,00 \pm 0,06$
4	1058	66,6	1,31	1220 ± 37	$66,0 \pm 0,10$	$3,78 \pm 0,21$
5	7191	85,9	2,38	8138 ± 57	$84,0 \pm 0,02$	$2,89 \pm 0,02$
6	2961	107,5	1,99	3578 ± 44	$107,3 \pm 0,04$	$2,90 \pm 0,03$
7	7954	130,3	2,59	8944 ± 56	$130,3 \pm 0,02$	$2,85 \pm 0,02$

— Posibilitatea calculării rezoluției fiecărui fotopic permite eliminarea din calcule a fotopicurilor nerezolvate instrumental. În această situație se află fotopicul 4, pentru care valoarea $\sigma_4 = 3,78$, superioară valorii celorlalte fotopicuri, sugerează prezența unui fotopic nerezolvat instrumental (fapt sesizat și din fig. 2).

CONCLUZII

După cum se poate observa din cele două exemple prezentate, metoda de calcul descrisă conduce la rezultate bune atît în ceea ce privește precizia parametrilor, gradul aproximării, cît și a vitezei de convergență a algoritmului.

Rezolvarea interferențelor, calculul unei curbe de fond, selectarea fotopicurilor de amplitudine scăzută situate pe un fond ridicat, eliminarea fotopicurilor nerezolvate instrumental, posibilitatea calculării abaterilor standard ale parametrilor, automatizarea completă a prelucrării, constituie principalele avantaje ale metodei descrise.

Deoarece metoda de prelucrare a spectrelor utilizează un procedeu numeric de calcul, pot apare situații în care valorile determinate să nu reprezinte valorile adevărate, acest lucru datorîndu-se pierderii preciziei de calcul.

Cei mai importanți factori care pot conduce la astfel de situații sînt următorii:

— erorile statistice care afectează spectrul gama măsurat;

— valoarea necorespunzătoare de eșantionare a spectrului (keV/canal);

— alegerea unui coeficient (KR) de selectare a fotopicurilor prelucrabile necorespunzător;

— prelucrarea simultană a unui număr prea mare de fotopicuri.

Aceste inconveniente pot fi ocolite în diverse moduri: erorile statistice ale spectrului pot fi reduse fie prin creșterea timpului de acumulare fie prin procedee numerice de netezire [9]; valoarea de eșantionare a spectrului fiind funcție de rezoluția detectorului este necesar ca ea să fie astfel aleasă încît fotopicurile să fie descrise de 15—20 canale; în alegerea coeficientului KR trebuie să se țină seama de complexitatea spectrului, scopul și experiența utilizatorului, iar în ceea ce privește numărul de fotopicuri ce pot fi simultan prelucrate, algoritmul funcționează bine pînă la 10 fotopicuri, după această valoare apărînd probleme de precizie și convergență.

Subprogramele de calcul prezentate fac parte dintr-un program de calcul mai amplu scris în FORTRAN, compatibil pe sistemul de operare al calculatorului FELIX C-256, program întocmit și utilizat în cadrul Institutului de geologie și geofizică, București.

Primit la redacție la 16 aprilie 1980.

BIBLIOGRAFIE

1. BAEDECKER, P.A. (1977). *The precision and accuracy of iterative and non-iterative methods of photopeak integration in activation analysis, with particular reference to the analysis of multiplets.* Journal of Radioanalytical Chemistry, **39**, p. 239—254.
2. BAKHVALOV, N. (1976). *Méthodes numériques*, Editions Mir, Moscou.
3. DĂNILĂ, B. (1972). *Efectul Mössbauer și aplicațiile sale*, Edit. Academiei, p. 66—70.

4. DEMIDOVICH, P.B., MARON, I.A. (1967). *Computational mathematics*, Mir Publishers, Moscow.
5. DUMITRU, V. (1975). *Programare neliniară*, Edit. Academiei, București.
6. MARISCOTI, M.A. (1967), Nucl. Inst. Methods, **50**, p. 309—320.
7. QUITTNER, P. (1969). *Precise peak area determination for Ge(Li) detectors*, Anal. Chem., **41**, p. 1504—1506.
8. TROMBKA, I., SENFTLE, F., SCHMADEBECK, R. (1970). *Neutron radiative capture methods for surface elemental analysis*, Nucl. Inst. Methods, **87**, p. 37—43.
9. YULE, H.P. (1967). *Mathematical smoothing of gamma-ray spectra*, Nucl. Inst. Methods, **54**, p. 61—65.
10. * * * Ordinateur IRIS 50 (1972). *Sous-programmes mathématiques, Manuel d'utilisation*, Paris.

PROCESSING OF GAMMA-RAY SPECTRA OBTAINED BY ACTIVATION OF THERMAL NEUTRONS

(ABSTRACT)

The authors present a processing method of the gamma-ray spectra obtained by the instrumental neutron activation analysis of the geological samples. The method is based on the approximation of the gamma spectrum measured with a theoretical model and uses the "least-squares criterion" for computation of its parameters.

The precision of the parameters estimation, the degree of approximation and the convergence speed of the algorithm used are discussed; the authors also show the computer subroutines written in FORTRAN language, conceived and used in the "Radiometry and Nuclear Geology Laboratory" of the Geological and Geophysical Institute, Bucharest.

POSIBILITĂȚI DE APRECIERE CANTITATIVĂ A STABILITĂȚII REMANENȚEI ROCILOR

SORIN RĂDAN

Institutul de geologie și geofizică
Str. Caransebeș nr. 1, R-79678, București, România

INTRODUCERE

Stabilitatea magnetică polarizează de mult timp atenția specialiștilor arheo- și paleomagneticieni. Este suficient să fie amintită lucrarea lui Folgerhaiter de la sfîrșitul secolului trecut, notabilă pentru acea vreme, prin observațiile privind stabilitatea magnetică și, pe de altă parte, să fie remarcată tematica a două din sesiunile ultimelor Întruniri generale IAGA[1], desfășurate la Seattle (S.U.A.) în 1977 și Canberra (Australia) în 1979, — consacrate în exclusivitate magnetizării remanente stabile, respectiv magnetizării multicomponente — pentru a fixa în timp *stabilitatea* interesului stîrnit de această problematică.

Magnetizarea remanentă naturală (engl. *natural remanent magnetization*, **NRM**) poate funcționa ca *fosilă* sau *memorie* a cîmpului magnetic terestru dacă sînt respectate două condiții de bază : a) magnetizarea a fost dobîndită paralel la cîmpul geomagnetic din timpul formării rocii respective ; b) magnetizarea remanentă, prin care este *fosilizat* cîmpul magnetic din perioada constituirii rocii, a rămas neschimbată în decursul timpului istoric sau geologic. Stabilitatea magnetică a rocilor reprezintă de fapt problema primordială în arheo- și paleomagnetism.

În majoritatea cazurilor, **NRM** a unei roci rezultă din suprapunerea mai multor magnetizări remanente, care pot sau nu pot fi de aceeași natură, în funcție de mecanismul prin care s-a efectuat geneza lor, definind ceea ce în literatura de specialitate apare în ultimul timp ca *magnetizare polifazică* (engl. *polyphase magnetization* [1]) sau *multicomponentă* (engl. *multicomponent magnetization* [2]). De aceea, se face apel la anumite criterii de fiabilitate, astfel că unele urmăresc să demonstreze faptul că magnetizarea a fost dobîndită în timpul formării rocii sau imediat după aceasta, iar altele tind a dovedi că magnetizarea este stabilă, ceea ce permite să se spere că nu a fost schimbată din momentul dobîndirii ei.

Asupra celei de-a doua categorii de criterii se oprește lucrarea de față, dorind să evidențieze existența unor posibilități de apreciere cantitativă a stabilității magnetice, prin experimentarea unui indicator al acesteia [3] pentru mai multe eșantioane de marne roșii din Subcarpații de Curbură.

---

[1] International Association of Geomagnetism and Aeronomy.

ST. CERC. GEOL., GEOFIZ., GEOGR., GEOFIZICĂ, TOM 21, P. 74–81, BUCUREȘTI, 1983

CÎTEVA ASPECTE PRIVIND STABILITATEA REMANENȚEI ROCILOR

Problema separării diferitelor componente ale unei **NRM** complexe constituie un obiectiv principal al oricărei analize a remanențelor naturale. Mai mult, intenția acestei analize este de a regăsi direcția magnetizării primare, prin îndepărtarea tuturor magnetizărilor secundare suprapuse în timp geologic sau chiar recent.

Sînt cunoscute tehnici variate de analiză a **NRM**, existînd metode de izolare a unei magnetizări stabile ce a rezistat din timpul formării rocii. Semnificative în acest sens sînt *testele de teren* (*testul cută*, *testul conglomerat*, *testul contact copt*), care pot furniza date asupra stabilității în timp geologic, unele din ele și asupra vîrstei și originii remanenței. Cea mai eficientă cale de a izola componenta stabilă se află însă în laborator, prin îndepărtarea preferențială a componentelor nestabile ca urmare a aplicării unei demagnetizări parțiale, prin metode termice sau în cîmp magnetic alternativ, în unele școli de paleomagnetism, de exemplu cea canadiană, și prin metode chimice. Problematica în discuție are rezervat un larg spațiu în literatura universală de specialitate. Unele considerații privind stabilitatea magnetică și tehnicile de studiere a acesteia au fost făcute și de autor în lucrări anterioare nepublicate, menționîndu-se aici cele din urmă [4, 5].

Procedeele de analiză fizică a magnetizării remanente naturale cel mai mult folosite pentru izolarea componentei primare stabile sînt reprezentate de analiza termică și analiza în cîmp magnetic alternativ, prin aplicarea așa-numitului *proces de demagnetizare*.

În scopul comparării directe a stabilității remanenței diferitelor eșantioane de roci prin tehnicile de *spălare* termică sau în cîmp alternativ, în același timp tinzîndu-se spre o apreciere obiectivă a stabilității magnetice, în ultimii zece ani au fost propuse mai multe procedee de *măsurare* a acesteia. Printre ele menționăm *indicele de stabilitate* **SI**, *factorul de stabilitate* S_n, *indicele de stabilitate* S_{1-2}, *indicele de stabilitate paleomagnetică* **PSI**. O trecere în revistă a procedeelor de calcul al acestor parametri indicatori ai stabilității remanenței este făcută într-o lucrare menționată anterior [5]. Aici ne referim la indicele de stabilitate **SI** propus de Tarling & Symons [3], a cărui aplicare a fost realizată pe o serie de probe de marne roșii.

SI este bazat pe evaluarea celei mai bune grupări de direcții ce se poate distinge din domeniul larg al rezultatelor obținute în timpul tratării termice sau în cîmp magnetic alternativ, independent de intensitatea magnetizării, fapt ce a atras unele critici [6]. Indicele de stabilitate **SI** este calculat pentru toate combinațiile posibile de trei sau mai multe direcții succesive din timpul procesului demagnetizării, domeniul cel mai stabil fiind acela pentru care **SI** este maxim :

$$\mathbf{SI} = \max. \left[(R)^{\frac{1}{2}} / \theta^{\circ}_{63}\right]$$

unde R este domeniul de temperatură sau cîmp considerat din variația acestor parametri în timpul demagnetizării, iar θ°_{63} este abaterea standard circulară, conform statisticii lui Fisher [7].

Indicele **SI** este util pentru determinarea domeniului în care este cel mai bine izolată o singură componentă a remanenței și permite o mă-

surare a gradului separării ei de alte componente. Însă, cum subliniază Tarling & Symons [3], folosirea unor astfel de indicatori cantitativi ai stabilității magnetice necesită precauții, în unele împrejurări putînd sugera stabilitate slabă, deși prin anumite tehnici este posibil să se izoleze totuși o componentă stabilă.

REZULTATE

Intenționînd urmărirea funcționării indicelui de stabilitate **SI** menționat anterior s-a realizat *măsurarea* stabilității remanenței mai multor probe de marne roșii — prelevate orientat de ing. geolog Silviu Rădan în colaborare cu autorul — din Subcarpații de Curbură.

Eșantioanele cubice obținute au fost tratate atît prin tehnica de demagnetizare în cîmp alternativ, cît și prin cea termică [2]. Nu insistăm aici asupra aparaturii și metodologiei utilizate [8]; dealtfel, referiri în acest sens au fost făcute în lucrări anterioare nepublicate [5, 9], unde s-au prezentat și diagrame clasice pentru procesul demagnetizării. Ceea ce se dorește însă în lucrarea de față este comentarea cîtorva rezultate în contextul analizei posibilităților de apreciere cantitativă a stabilității remanenței.

Pe baza datelor obținute prin aplicarea demagnetizării în cîmp magnetic alternativ și a termospălării mai multor eșantioane de marne roșii, de diferite vîrste, a fost determinat indicele de stabilitate **SI** și cîțiva parametri caracteristici conform statisticii lui Fisher (*parametrul de precizie k, abaterea standard circulară* θ°_{63}, *conul de confidență* α_{95}).

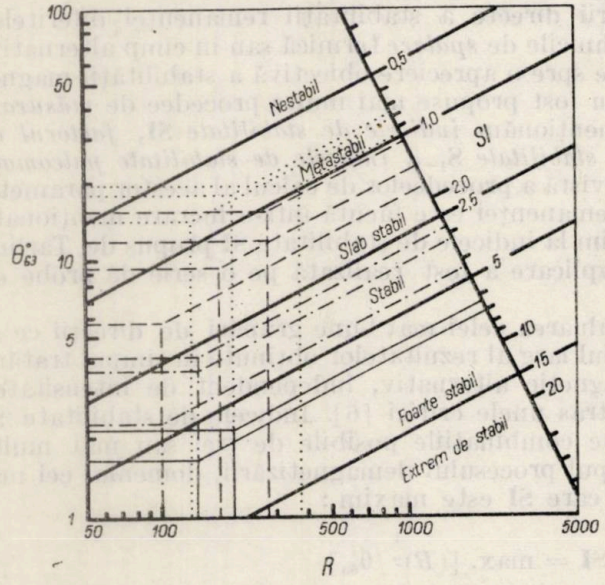


Fig. 1. — Indicele de stabilitate **SI** pentru 12 eșantioane de marne roșii din Subcarpații de Curbură (compilație după Tarling & Symons, 1967).

În figura 1 am prezentat sinteza rezultatelor obținute pentru 12 eșantioane de marne. Așa cum precizează Tarling & Symons [3], indicele

[2]) Lucrările de demagnetizare au fost executate în Laboratoarele paleomagnetice ale Institutului de geofizică al Academiei R.S.S. Ucrainiene, cu prilejul unei vizite de documentare efectuată de autor la Kiev în 1975.

de stabilitate **SI** reprezintă o încercare de evaluare obiectivă a stabilității de laborator. Compararea indicelui **SI** cu o clasificare subiectivă permite definirea stabilității remanenței unui eșantion demagnetizat în cîmp magnetic alternativ sau termic astfel:

Indicele de stabilitate (**SI**)	*Clasificarea subiectivă a remanenței*
>15	extrem de stabilă
5—15	foarte stabilă
2,5— 5	stabilă
1— 2,5	slab stabilă
0,5— 1	metastabilă
< 0,5	nestabilă

Revenind la figura 1, prin intermediul acestei clasificări, rezultatele obținute recomandă trei din cele 12 eșantioane ca fiind metastabile, patru stabile, alte trei stabile și, în sfîrșit, două foarte stabile.

DISCUȚIE

Indicele de stabilitate **SI** [3] este în funcție de: a) schimbarea direcției remanenței după două sau mai multe creșteri succesive ale cîmpului sau temperaturii și b) domeniul de cîmp sau temperatură în care schimbarea direcției este cea mai mică. Folosirea acestui indice facilitează compararea diferitelor eșantioane din același afloriment sau din mai multe deschideri, sugerînd domeniul optim de tratare în care componenta remanentă cea mai stabilă este cel mai bine izolată.

Trecînd în revistă fiecare grupă de eșantioane separată după indicele de stabilitate **SI**, se prezintă în continuare, în proiecție stereografică (figurile 2—5), schimbările direcției remanenței în timpul procesului de demagnetizare (termică sau cîmp magnetic alternativ), fiind marcate (prin triunghiuri) direcțiile incluse în calculul indicelui de stabilitate.

În figura 2 sînt prezentate imaginile obținute pentru eșantioanele SC 1 — SC 3 (SC 1 și SC 3 demagnetizate termic, SC 2 în cîmp magnetic alternativ, valorile lui **SI** fiind 0,99 și 0,80, respectiv 0,81). Atribuim deci acestor eșantioane o remanență metastabilă ($0{,}5 < \mathbf{SI} < 1$), în acord cu clasificarea admisă anterior.

Pentru patru din eșantioanele colecției de marne studiate (fig. 3), indicele de stabilitate **SI** a sugerat o stabilitate slabă ($1{,}0 < \mathbf{SI} < 2{,}5$). Trei dintre acestea au fost demagnetizate termic și au furnizat pentru **SI** valori egale cu 1,5 (SC 4 și SC 5), respectiv 1,1 (SC 6), iar eșantionului SC 7 i s-a aplicat procesul de *curățire* magnetică în cîmp alternativ, **SI** fiind 1,8.

Valorile lui **SI** de 4,3; 3,3 și 2,8 determinate pentru eșantioanele SC 8, SC 9 și SC 10 le plasează în grupa caracterizată prin remanență stabilă ($2{,}5 < \mathbf{SI} < 5$). Imaginile ciclului de demagnetizare (în cîmp magnetic alternativ), cu marcarea direcțiilor incluse în calculul indicelui de stabilitate, sînt date în figura 4.

În sfîrșit, cum ușor se poate observa în figura 1, două eșantioane s-au evidențiat prin intermediul indicelui **SI** (6,6, respectiv 7,2) ca foarte stabile magnetic. De subliniat faptul că probele SC 11 și SC 12 (prima, demagnetizată în cîmp alternativ, cea de-a doua,termic), constituind această grupă de stabilitate ridicată, indică o magnetizare inversă (fig. 5).

DIRECȚIILE MAGNETIZĂRII REMANENTE ÎN TIMPUL PROCESULUI DE DEMAGNETIZARE

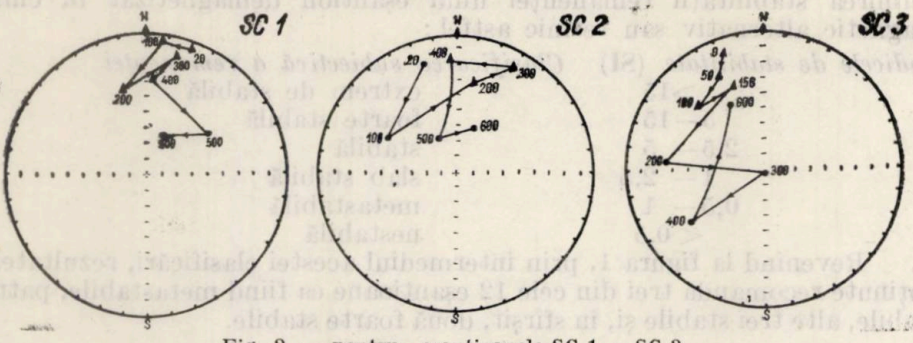


Fig. 2. — pentru eșantioanele SC 1 — SC 3.

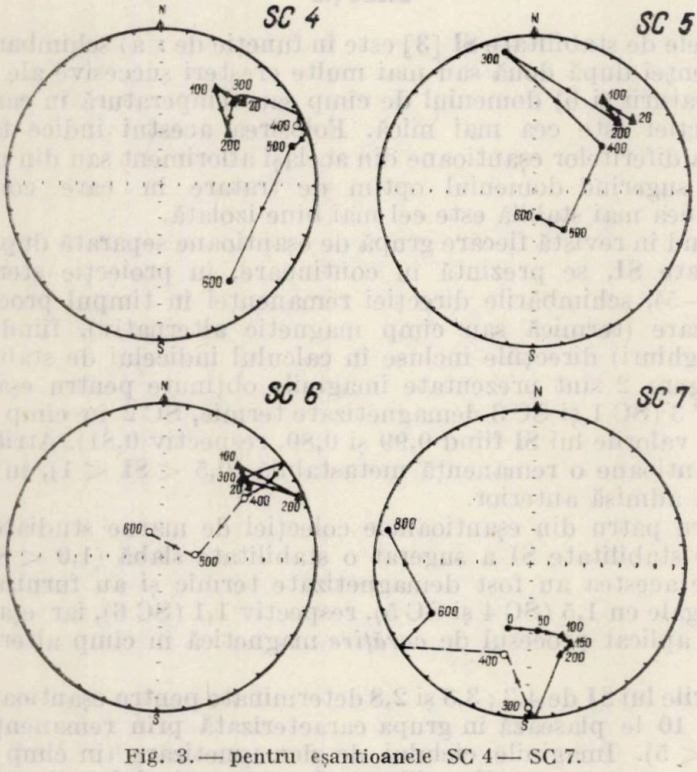


Fig. 3. — pentru eșantioanele SC 4 — SC 7.

O imagine comparativă este realizată în figura 6, unde au fost alăturate într-o aceeași reprezentare schimbările direcțiilor remanenței în timpul procesului de demagnetizare pentru patru eșantioane recomandate de SI ca fiind metastabil (I), slab stabil (II), stabil (III) și foarte stabil (IV). Totodată, se pot ușor remarca domeniile de cîmp magnetic alternativ în care componenta cea mai stabilă a fost izolată; de exemplu, pentru

cazul IV — eșantion apreciat după **SI** ca avînd o remanență foarte stabilă — izolarea acesteia s-a făcut între 150—300 Oe. Analog se pot urmări domeniile în care componenta cea mai stabilă a remanenței a fost separată pentru toate celelalte eșantioane luate în discuție (figurile 2—5).

DIRECȚIILE MAGNETIZĂRII REMANENTE ÎN TIMPUL PROCESULUI DE DEMAGNETIZARE

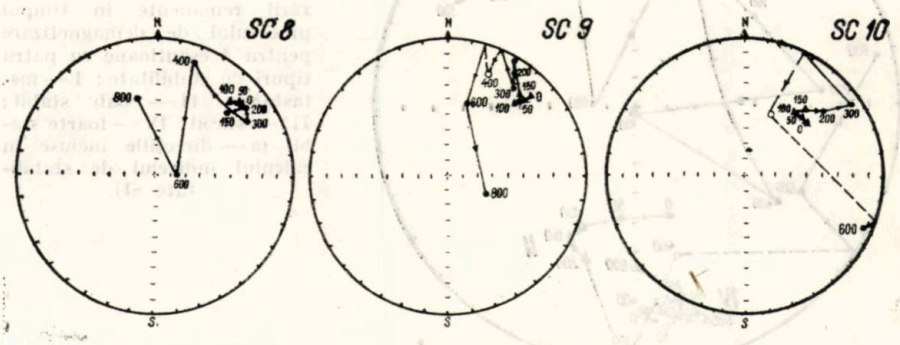


Fig. 4. — pentru eșantioanele SC 8—SC 10.

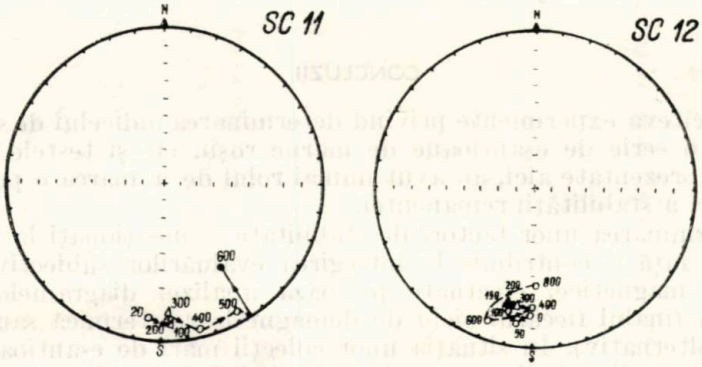


Fig. 5. — pentru eșantioanele SC 11 și SC 12.

Parametrii caracteristici analizei observațiilor paleomagnetice, calculați conform statisticii fisheriene [7], menționați în tabel, precum

Nr. eșantion / Notație fig. 6	k	α_{95}	θ°_{63}	SI
SC 3 / I	28,5	17,5	15,2	0,8
SC 7 / II	211,9	8,5	5,6	1,8
SC 8 / III	1273,9	3,5	2,3	4,3
SC 12 / IV	2272,7	2,6	1,7	7,2

și valorile indicelui de stabilitate **SI** pentru cele patru cazuri (I — IV), ilustrate în figura 6, remarcă faptul că odată cu creșterea factorului de precizie k, abaterea standard circulară θ^{0}_{63} scade, precum și conul de confidență α_{95}, în timp ce indicele de stabilitate **SI** are, corespunzător, o creștere continuă, de la o remanență slab stabilă la una foarte stabilă.

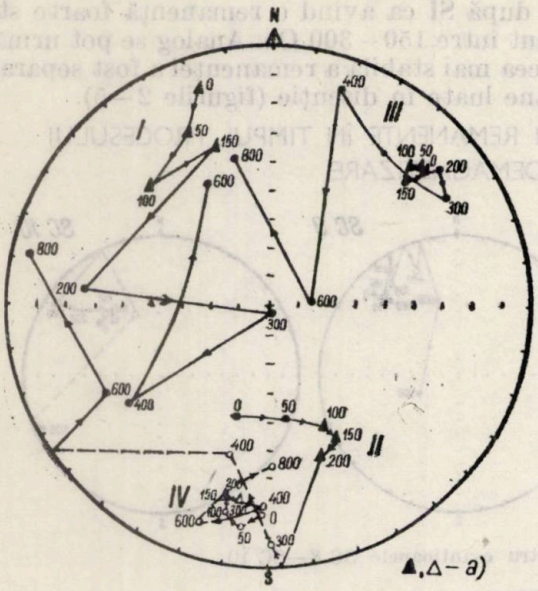


Fig. 6 — Direcţiile magnetizării remanente în timpul procesului de demagnetizare pentru 4 eşantioane cu patru tipuri de stabilitate: I — metastabil; II — slab stabil; III — stabil; IV — foarte stabil (a — direcţiile incluse în calculul indicelui de stabilitate SI).

CONCLUZII

Cele cîteva experimente privind determinarea indicelui de stabilitate **SI** pentru o serie de eşantioane de marne roşii, cît şi testele statistice aplicate şi prezentate aici, au avut numai rolul de a marca o posibilitate de *măsurare* a stabilităţii remanenţei.

Determinarea unor factori de stabilitate — menţionaţi la începutul lucrării de faţă — contribuie la întregirea evaluărilor subiective asupra stabilităţii magnetice, efectuate pe baza analizei diagramelor clasice obţinute la finalul fiecărui ciclu de demagnetizare (termică sau în cîmp magnetic alternativ). În situaţia unor colecţii mari de eşantioane, separîndu-se probe-pilot, indicarea, pe baza factorilor de stabilitate, a metodei adecvate de izolare a componentei celei mai stabile, cît şi a domeniului în care se realizează aceasta, facilitează obţinerea unui stoc important de observaţii paleomagnetice cu o posibilă rezoluţie crescută. Importanţa unor astfel de prelucrări decurge imediat, menţionînd, în orice caz, implicaţiile utile în procesul determinării valorilor medii ale declinaţiei şi înclinaţiei, ce definesc poziţia vectorului magnetizare remanentă şi furnizează, mai departe, sursa principală de date pentru interpretarea materialului paleomagnetic în context adecvat.

Desigur, aşa cum apreciază şi Tarling & Symons [3], înaintea stabilirii depline a valabilităţii şi utilităţii unei asemenea metode de prelucrare, sînt necesare mai multe exemple. Recomandarea făcută de însişi autorii procedeului de evaluare a indicelui **SI** întăreşte o dată mai mult ideea continuării acestor teste de ordin cantitativ privind stabilitatea magnetică — problema fundamentală în paleomagnetism.

Primit la redacţie la 18 noiembrie 1980.

BIBLIOGRAFIE

1. E. IRVING, J.C. McGLYNN. *Polyphase magnetization of the Big Spruce Complex, Northwest Territories*, Can. J. Earth Sci., **13**, 3, 476—489 (1976).
2. J.L. ROY, P.L. LAPOINTE. *Multiphase magnetizations : problems and implications*, Phys. Earth Planet. Int., **16**, 20—37 (1978).
3. D.H. TARLING, D.T.A. SYMONS. *A stability index of remanence in Palaeomagnetism*, Geophys. J.R. astr. Soc., **12**, 443—448 (1967).
4. S. RĂDAN, *Fizica și tehnologia stabilității proprietăților magnetice ale rocilor*, Referat doctorat, Universitatea București, 1978.
5. S. RĂDAN, MARIA RĂDAN. *Principii ale analizei fizice a stabilității magnetizării remanente a rocilor ; aplicație pentru probe de marne roșii din Subcarpații Orientali*, în D. Romanescu et al., *Raport geofizic*, Arhiva IGG, București, 1980.
6. J.C. BRIDEN. *A stability index of remanent magnetism*, J. Geophys. Res., **77**, 8, 1401—1405 (1972).
7. D.H. TARLING. *Principles and applications of Palaeomagnetism*, Chapman and Hall, London, 1971.
8. N.P. MIHAILOVA, A.M. GLEVASSKAIA, V.N. TÎKORA. *Paleomagnetizm vulcanoghennîh porod i reconstrucțiia gheomagnitnovo polia Neoghena*, Izd. Naukova Dumka, Kiev, 1974.
9. S. RĂDAN. *Asupra cîtorva probleme metodologice și tehnici de paleomagnetism cu aplicație la unele roci sedimentare*, Comunicare științifică la Simpozionul național de fizica scoarței și prospecțiuni geofizice, 1—4 noiembrie, București, 1976.

SOME POSSIBILITIES OF QUANTITATIVE ESTIMATE OF THE REMANENCE STABILITY

(ABSTRACT)

Among the stability factors mentioned in the literature in connection with the quantitative estimate of the remanence stability there is the stability index **SI** proposed by Tarling & Symons (1967). The application of the index **SI** is discussed in this paper. Some red marls, of different ages, sampled from the curvature area of the Eastern Carpathians (Romania) were used for this test. According to the **SI** values it was possible to divide the specimens into four groups of stability : metastable, poorly stable, stable and very stable.

Finally, the importance of using such stability factors, especially in the investigation of large palaeomagnetic collections, is pointed out.

BAROGRAF CU TRADUCTOR CAPACITIV (BTC)

DOREL ZUGRĂVESCU*, RAUL DOROBANȚU*, MANFRED BONATZ**, NEACȘU PUȘCAȘU***

* *Centrul de fizica Pămîntului și seismologie. Laboratorul de geodinamică și analiză numerică, str. Alex. Sahia nr. 19—21, R—70 201, București, România*
** *Institut für Theoretische Geodäsie der Universität Bonn — 53-Bonn, Nuss Allee 17, R.F. Germania*
*** *I.F.L.G.S., Str. Caransebeș nr. 1, București, România*

Datorită influențelor pe care variația presiunii aerului le are atît asupra deformărilor globului terestru, cît și direct, asupra aparaturii cu ajutorul căreia sînt puse în evidență aceste deformări [1], este obligatoriu ca observatoarele de geodinamică să fie echipate și cu aparatură destinată înregistrării continue a variațiilor presiunii aerului.

În prezent, pentru urmărirea variațiilor presiunii aerului, observatoarele de geodinamică din țara noastră [2], sînt echipate cu barografe cu înregistrare potențiometrică [3], respectiv cu penduli tip DZ [4], prevăzuți cu posibilitatea înregistrării optice simultane pe clinograme și a informației privind variațiile de presiune [5].

Dificultățile legate de menținerea simultană, pe aceeași diagramă fotosensibilă, a spoturilor luminoase purtătoare ale informațiilor de înclinare și de presiune [5], respectiv erorile introduse de necesitatea transformării mișcării rectilinii produse de către deformarea capsulei barometrice într-o mișcare de rotație, transformare necesară ambelor tipuri de traductoare [3, 5] și, în special, necesitatea de a mări în anumite intervale de timp, precizia cu care aceste variații pot fi cunoscute, au condus la realizarea barografului cu traductor capacitiv (foto P—1 din planșa inserată după pag. 94).

Schema bloc (fig. 1) arată că barograful cu traductor capacitiv este format dintr-o capsulă etanșe, sensibilă la variațiile presiunii aerului, deformarea sa axială fiind preluată de către un traductor de deplasări — în cazul de față un traductor capacitiv — [6, 7], alimentat de la o sursă de alimentare stabilizată [8].

Pentru a se asigura continuitatea funcționării aparaturii, în observatoarele de geodinamică, alimentarea cu energie electrică a BTC se face printr-un invertor 220 V~ [9] ce preia energia de la o baterie de acumulatori, montată tampon la o sursă de putere stabilizată [10].

În condițiile observatoarelor subterane, unde variațiile diurne ale temperaturii sînt de ordinul 10^{-1}°C [11] dispozitivul poate lucra protejat termic numai de către un termostat pasiv. Pentru utilizarea sa în laborator este necesară o termostatare activă suplimentară, termostatare realizată de noi conform schemei prezentate în termograful cu termistori destinat echipării observatoarelor de geodinamică [11].

ST. CERC. GEOL., GEOFIZ., GEOGR., GEOFIZICĂ, TOM 21, P. 82—85, BUCUREȘTI, 1983

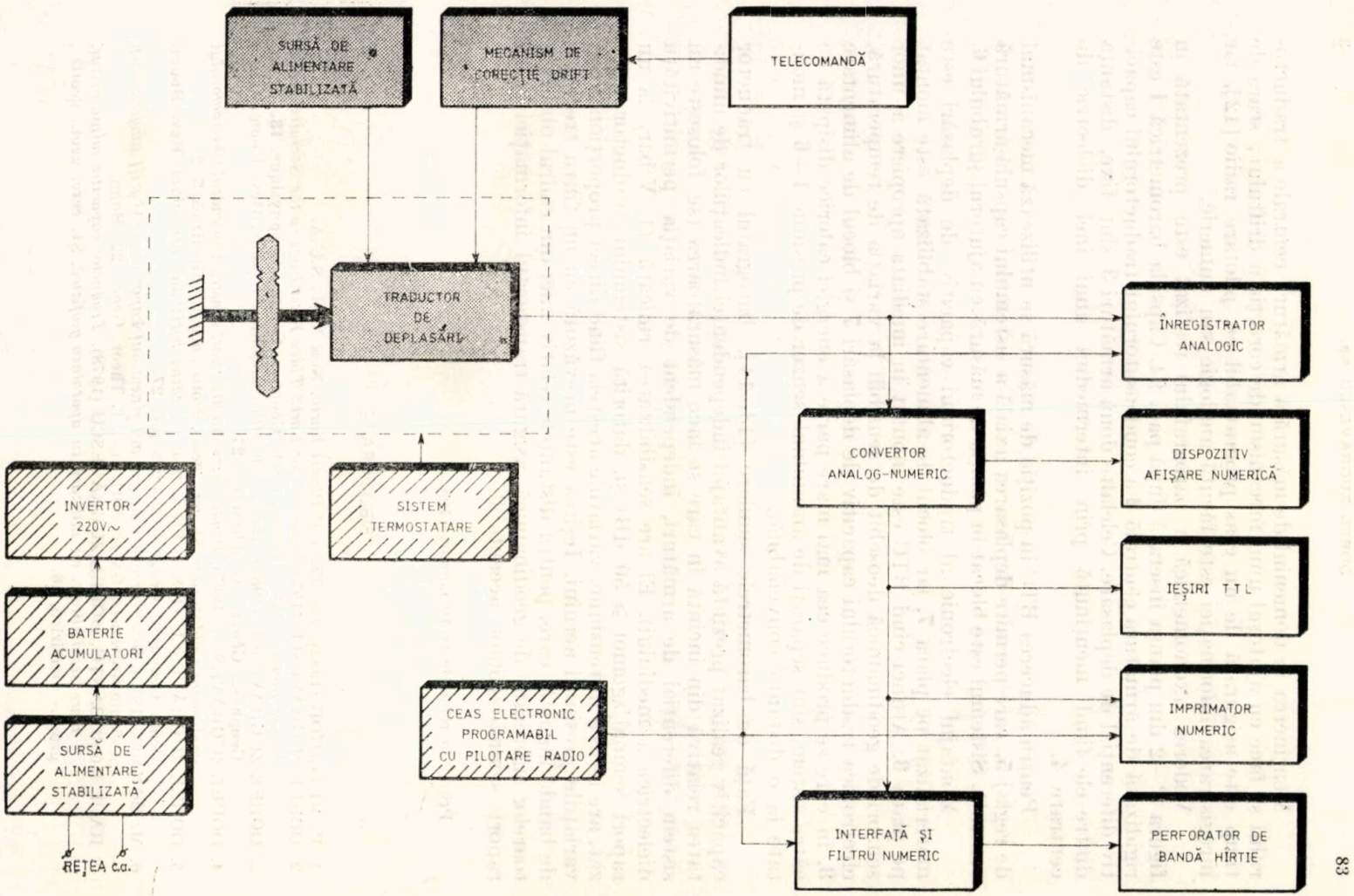


Fig. 1. — Schema bloc a barografului cu traductor capacitiv.

Menținerea în domeniul de măsură a armăturii centrale a traductorului se face cu ajutorul unui mecanism de corecție a driftului; scara de timp este asigurată de un ceas programabil cu pilotare radio [12], iar înregistrarea informației este făcută analogic sau numeric.

Vederea axonometrică a barografului realizat este prezentată în figura P—2 din planșa inserată după pag. 94. Capsula barometrică **1** este rigidizată de armătura centrală **2** a condensatorului traductorului capacitiv diferențial de deplasare. Celelalte două armături **3** sînt fixe, distanța dintre ele fiind menținută prin intermediul unui inel dielectric de centrare **4**.

Pentru aducerea BTC în poziția de măsură se utilizează mecanismul de reglaj **5**, care permite deplasarea axială a sistemului capsulă-armătură centrală. Sistemul este blocat în poziția de măsură cu ajutorul șurubului **6**.

Montajul electronic al traductorului capacitiv de deplasări este materializat pe placa **7**, iar blocul de alimentare stabilizată este montat pe placa **8**. Atunci cînd BTC este montat în imediata apropiere a unor senzori de geodinamică deosebit de sensibili la variația de temperatură, electronica traductorului capacitiv de deplasări **7** și blocul de alimentare **8**, în care se produce cea mai mare parte a energiei calorice disipată de către sistem, sînt separați de ansamblul senzor de presiune **1—6** și montate la o distanță convenabilă.

Față de barometrele similare [13, 14], barograful cu traductor capacitiv realizat prezintă avantajul independenței indicațiilor de umiditatea relativă din incinta în care se face măsurătoarea (se folosește un sistem diferențial de armături, independent de variația permitivității dielectrice a mediului). El are sensibilitatea ridicată (1 V/bar, la un raport semnal/zgomot $\geqslant$ 50 dB) și, datorită sistemului traductor utilizat, are ieșirea în tensiune, variațiile acesteia fiind direct proporționale cu variațiile presiunii aerului. Ieșirea este prevăzută cu un filtru trece jos de bandă îngustă, care, pentru distanțele relativ mici din cadrul observatoarelor subterane de geodinamică, asigură transportul informației la un raport semnal/zgomot acceptabil.

Primit la redacție la 10 ianuarie 1983.

BIBLIOGRAFIE

1. P. MELCHIOR (1982), *The Tides of Planet Earth*, New York, S.U.A.
2. DOREL ZUGRĂVESCU (1974), *Stations for Earth Tides Recordings in the Socialist Republic of Romania*, Rev. Roum. Géol., Géophys. Géogr.—Géophysique, **18**.
3. DOREL ZUGRĂVESCU (1983), *Barograph with manometric capsule*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr.—Géophysique, **27**.
4. DOREL ZUGRĂVESCU (1967), *Pendul orizontal din cuarț construit în cadrul Observatorului geodinamic Căldărușani*, St. cerc. geol., geofiz., geogr.—Geofizică, **5**, 2.
5. DOREL ZUGRĂVESCU (1983), *The optical recording horizontal pendulum*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr.—Géophysique, **27**.
6. M. BONATZ (1973), *Gezeitenregistrierungen mit einem auf kapazitiven Abgriff umgerüsteten Askania-Gravimeter GS-12*, Mitt. Inst. f. Theor. Geod., **22**, Bonn.
7. RAUL DOROBANȚU, DOREL ZUGRĂVESCU (1978), *Traductor capacitiv miniaturizat, de mare sensibilitate, cu utilizare în aparatura geofizică*, St. cerc. geol., geofiz., geogr.—Geofizică, **16**.

8. RAUL DOROBANȚU, DOREL ZUGRĂVESCU, ST. FANACA, D. HARTIA (1983), *A stabilized supplier* 16/6 V, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr.—Géophysique, **27**.
9. RAUL DOROBANȚU, DOREL ZUGRĂVESCU, ST. FANACA (1983), *A sinusoidal inverter* 220 V/250 W, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr.—Géophysique, **27**.
10. RAUL DOROBANȚU, DOREL ZUGRĂVESCU, ST. FANACA, D. HARTIA, *An adjustable stabilized power source* 20 V/20 A, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr.—Géophysique, **27**.
11. R. DOROBANȚU, DOREL ZUGRĂVESCU, D. DELION, ILEANA FĂTULESCU (1982), *Termograf cu termistori destinat echipării observatoarelor de geodinamică*, St. cerc. geol. geofiz., geogr.—Geofizică, **20**.
12. R. DOROBANȚU, DOREL ZUGRĂVESCU, C. FILIP, ST. FANACA, S. SPINULESCU (1983), *Ceas electronic cu pilotare radio destinat laboratoarelor de geodinamică*, St. cerc. geol., geofiz., geogr.—Geofiz., **21**.
13. W. GARDNER (1961), *Experimental microbarograph*, Journal of Scientific Instruments **38**
14. J. OVARLEZ, J. CRESPIN, G. ORINE (1974), *Un baromètre simple pour mesures dans la couche limite*, *Mésures—Régulation—Automatisme*.

CAPACITIVE TRANSDUCER BAROGRAPH (CTB)

ABSTRACT

CTB is materialized in a tight capsule, sensitive to the changes of the air pressure, its axial distortion being taken over by a differential capacitive transducer. The information furnished by it, as a variable voltage, can be recorded either direct analogically, or stored on a high density support, after its digitization.

Of small sizes, with a negligible caloric energy dissipation, CTB can be utilized in underground enclosures where the geodynamic sensors work.

CTB has a good stability (drift $\leqslant 0.01$ mbar/hour) and high sensitivity (1 V/bar for a signal/noise ratio $\geqslant 50$ dB). CTB is built of Romanian-made components.

DIGITIZOR PENTRU MICROSISTEMUL DE ACHIZIȚIE ȘI STOCARE A DATELOR DE GEODINAMICĂ

RAUL DOROBANȚU, DOREL ZUGRĂVESCU, DORU DELION

Centrul de fizica Pămîntului și seismologie. Laboratorul de geodinamică și analiză numerică, str. Alex. Sahia, nr. 19—21, R—70 201, București, România.

Majoritatea aparatelor ce echipează observatoarele de geodinamică din țara noastră [1] sînt prevăzute cu sisteme înregistratoare ce stochează informația sub formă grafică [2—6]. Pentru extragerea informației conținută în aceste grafice și valorificarea ei științifică este necesară digitizarea curbelor, stocarea și prelucrarea valorilor numerice.

Pînă în prezent, pentru digitizarea curbelor s-a folosit digitizorul mecanic realizat în cadrul Laboratorului de geodinamică în anul 1970 (foto P—3 și vederea axonometrică P—4 din planșa inserată după pag. 94).

Digitizorul mecanic este format din suportul **1** pentru diagrame ce conțin informația, fixat prin intermediul presoarelor elastice **2** și cursorul **3**, prevăzut cu un vernier **4** (detaliul **4a**), ce permite citirea ordonatei curbei de digitizat, pentru o oră dată, cu precizie de 0,2 mm.

Creșterea conținutului de informație destinată prelucrării a făcut necesară automatizarea procesului de digitizare în vederea reducerii timpului destinat acestei prelucrări preliminare și a eliminării erorilor ce afectează datele datorită oboselii operatorului.

Digitizorul realizat (vederea axonometrică P—5 din planșa inserată după pag. 94) funcționînd în sistemul prezentat în vederea axonometrică P—6 (din aceeași planșă) este format din suportul **1** pentru diagrama ce conține informația, din presoarele elastice **2** ce permit fixarea diagramei și dintr-un sistem rectangular de potențiometri liniari **3**, **4** ce materializează coordonatele $X-Y$ ale curbei, valorile de tensiune fiind culese cu ajutorul vernierului **5** (detaliul **5a** prezintă poziția relativă a potențiometrilor **3** și **4** și sistemul mecanic ce asigură deplasarea lor relativă).

Afișajele numerice **X**, **Y** permit controlul vizual continuu, iar stocarea informației de poziție a punctelor alese este comandată prin acționarea pedalei **6**.

Blocul electronic **7** este prezentat în schema bloc din figura 1. Informația de poziție este convertită în tensiune cu ajutorul celor doi potențiometri liniari de mare rezoluție **3** și **4** (pas de bobinare de 0,1 mm), alimentarea lor fiind asigurată de la o sursă de tensiune constantă de 7,15 V $\pm$ 2 mV/°C. În vederea utilizării unui singur convertor analog-digital (cu rezoluție de 12 biți) a fost folosit un etaj de multiplexare analogică, urmat de un bloc de „eșantionare și menținere".

Comenzile de multiplexare (intrare și ieșire) sînt furnizate de un generator de tact. Pentru vizualizarea coordonatelor X, Y în formă zecimală s-a utilizat ieșirea serială a convertorului A/D și un circuit

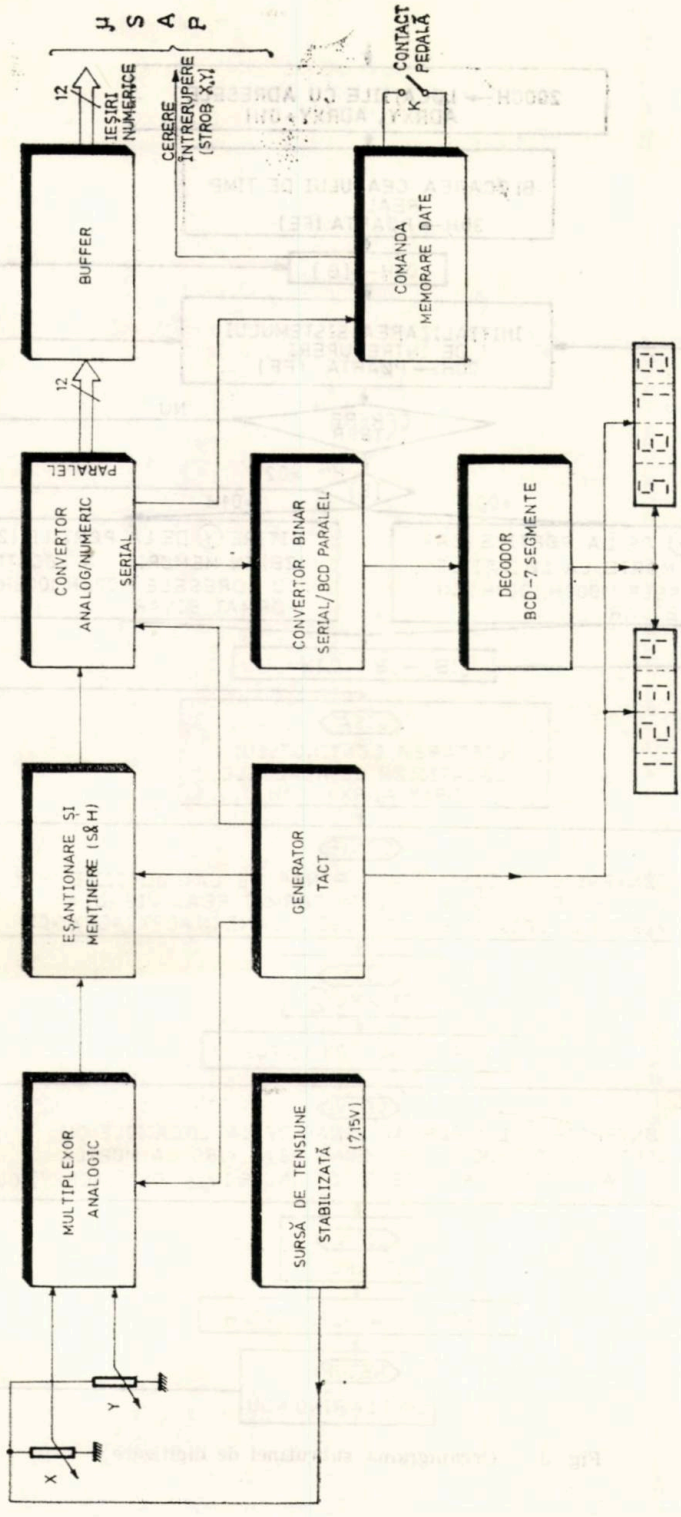


Fig. 1. — Schema bloc a digitizorului electronic.

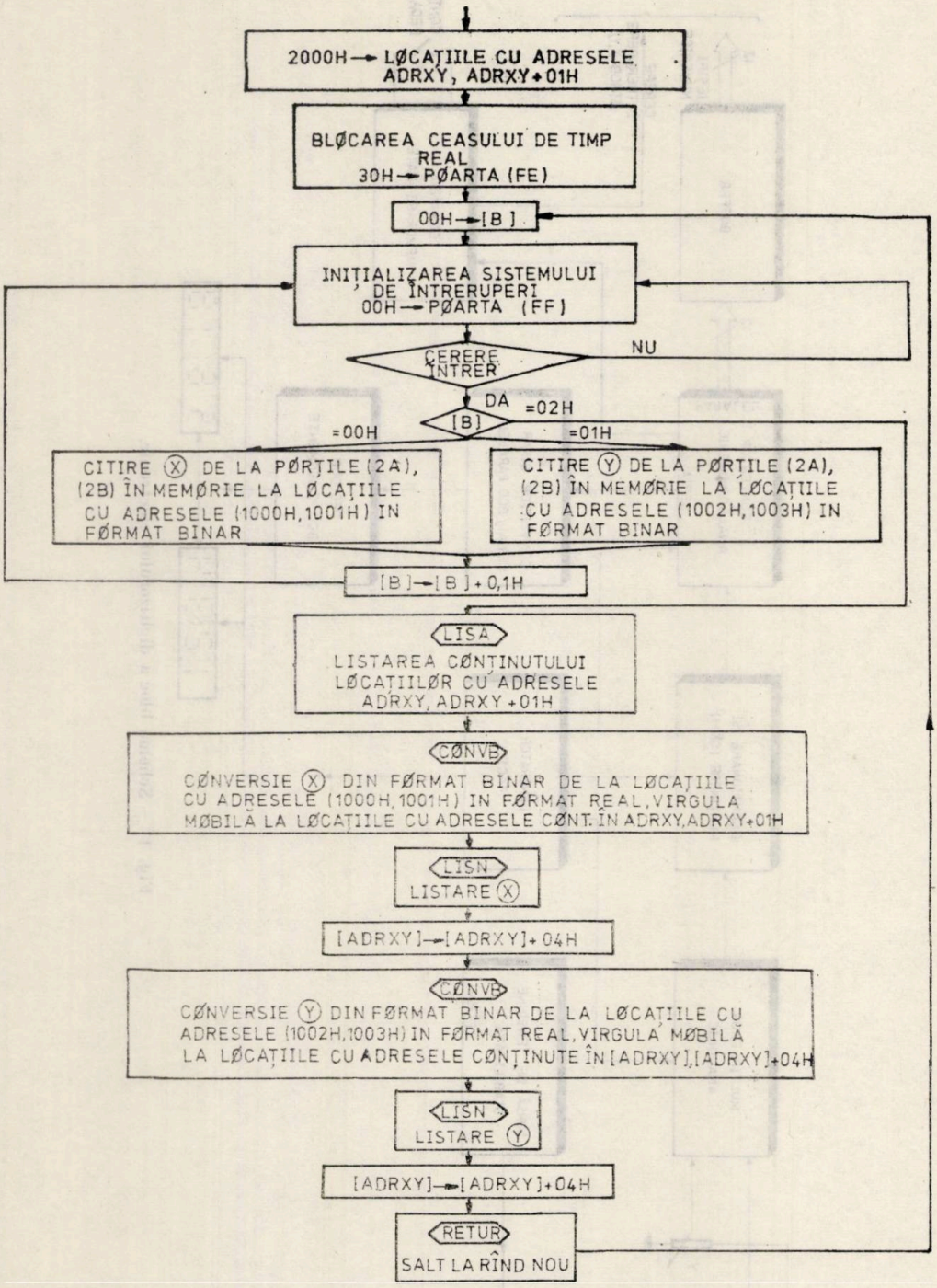

2000H→LOCAȚIILE CU ADRESELE ADRXY, ADRXY+01H
BLOCAREA CEASULUI DE TIMP REAL 30H→POARTA (FE)
00H→[B]
INITIALIZAREA SISTEMULUI DE ÎNTRERUPERI 00H→POARTA (FF)
CERERE ÎNTRER
NU
DA
[B]
=02H
=00H
=01H
CITIRE (X) DE LA PORȚILE (2A), (2B) ÎN MEMORIE LA LOCAȚIILE CU ADRESELE (1000H,1001H) IN FORMAT BINAR
CITIRE (Y) DE LA PORȚILE (2A), (2B) ÎN MEMORIE LA LOCAȚIILE CU ADRESELE (1002H,1003H) IN FORMAT BINAR
[B]→[B]+0,1H
LISA
LISTAREA CONȚINUTULUI LOCAȚIILOR CU ADRESELE ADRXY, ADRXY+01H
CONVB
CONVERSIE (X) DIN FORMAT BINAR DE LA LOCAȚIILE CU ADRESELE (1000H,1001H) IN FORMAT REAL, VIRGULA MOBILĂ LA LOCAȚIILE CU ADRESELE CONȚ. ÎN ADRXY, ADRXY+01H
LISN
LISTARE (X)
[ADRXY]→[ADRXY]+04H
CONVB
CONVERSIE (Y) DIN FORMAT BINAR DE LA LOCAȚIILE CU ADRESELE (1002H,1003H) IN FORMAT REAL, VIRGULA MOBILĂ LA LOCAȚIILE CU ADRESELE CONȚINUTE ÎN [ADRXY], [ADRXY]+04H
LISN
LISTARE (Y)
[ADRXY]→[ADRXY]+04H
RETUR
SALT LA RÎND NOU

Fig. 3. — Organigrama subrutinei de digitizare.

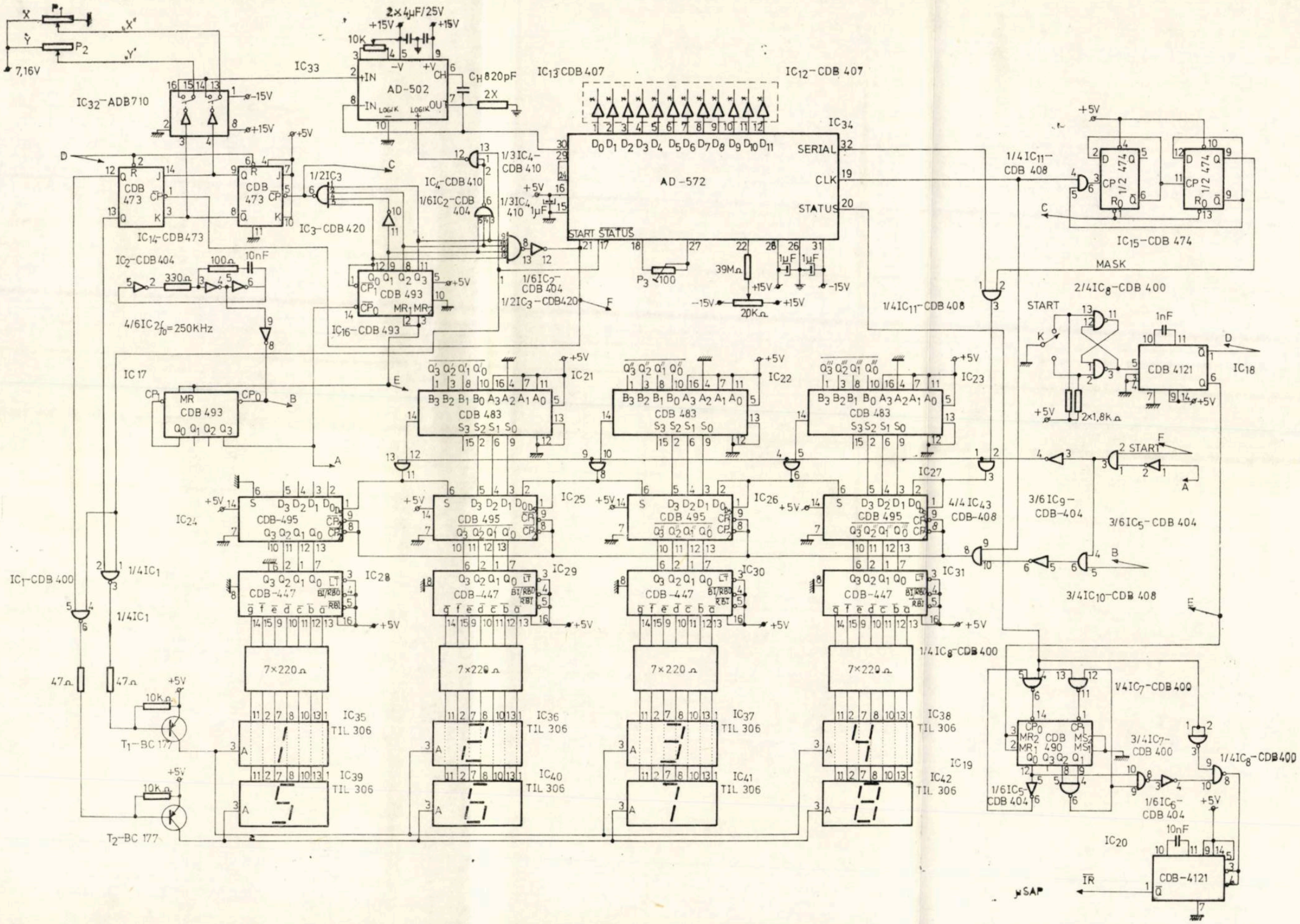
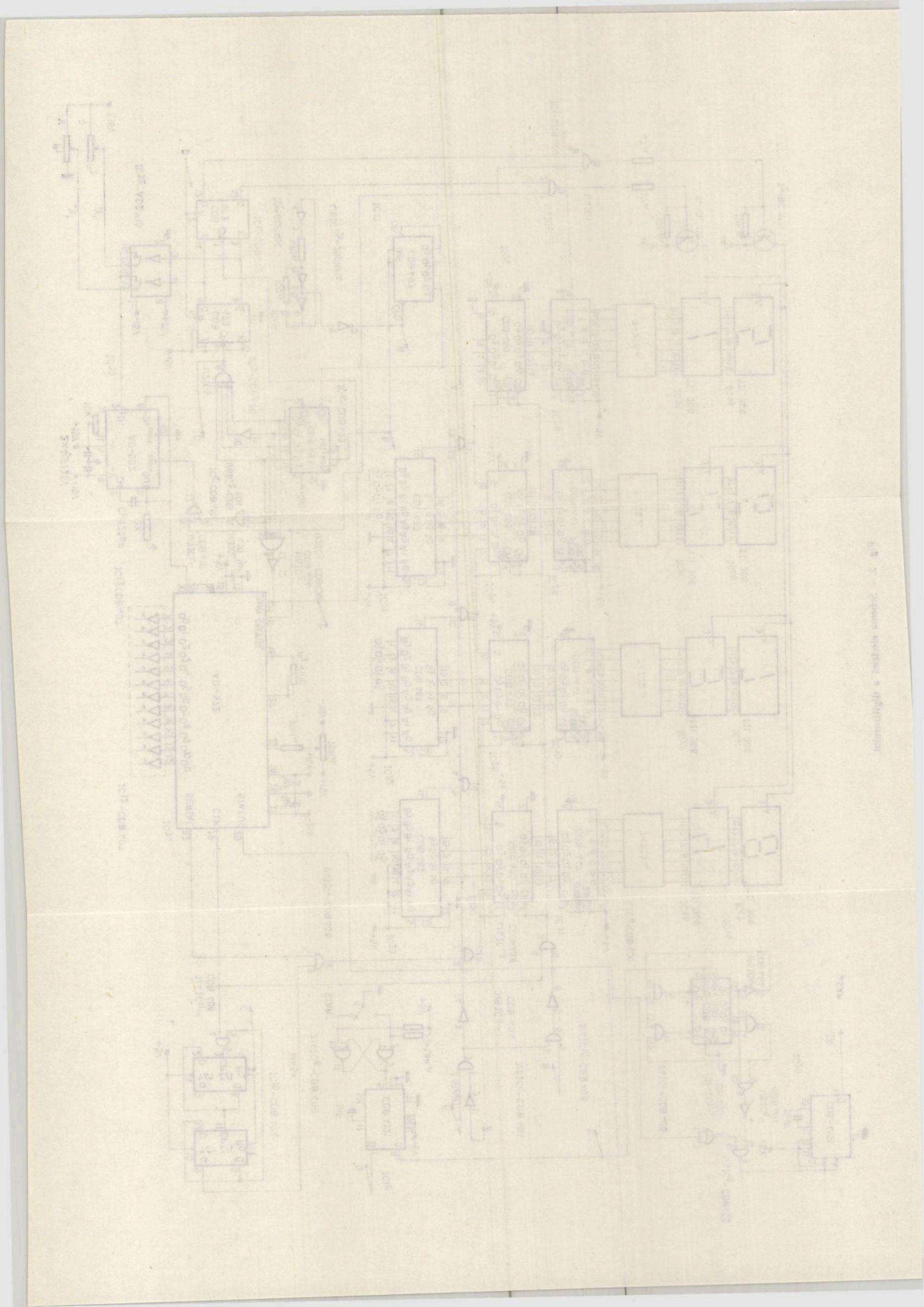


Fig. 2. — Schema electrică a digitizorului.



CEAS ELECTRONIC CU PILOTARE RADIO DESTINAT LABORATOARELOR DE GEODINAMICĂ

RAUL DOROBANȚU*), DOREL ZUGRĂVESCU*), C. FILIP**), ST. FANACA**), SEVER SPÎNULESCU**)

*) *Centrul de fizica Pămîntului și seismologie — Laboratorul de geodinamică și analiză numerică, str. Alex. Sahia nr. 19—21 R—70 201, București, România.*

**) *Întreprinderea de aparatură și utilaje pentru cercetare, str. Fabricii nr. 47, București, România.*

Calitatea înregistrărilor complexe, continui, efectuate în observatoarele de geodinamică [1], depinde în mod esențial de existența unei scări de timp, riguros menținută, și cît mai bine marcată pe fiecare dintre diagrame.

Orologiile mecanice folosite în mod curent pînă în prezent în observatoarele de acest tip prezintă dezavantajul unei precizii relativ reduse în menținerea bazei de timp, fapt ce implică necesitatea aplicării unor corecții valorilor determinate la orele eronat marcate; în plus apar și dificultăți mecanice mari în programarea unor semnale de timp suplimentare, necesare în experimentări, sau în urmărirea detaliilor unor fenomene deosebite.

Bazele de timp electronice cu oscilator cu cuarț [2—4] utilizate de asemenea pînă de curînd, asigură o scară de timp uniformă, dar nu elimină necesitatea corecțiilor, iar racordarea ceasurilor atomice prin intermediul lanțului de interviziune [2] nu mai poate fi acceptată astăzi ca o soluție economică.

Pentru eliminarea neajunsurilor menționate și pentru unificarea modului de furnizare a scării de timp, observatoarele de geodinamică din țara noastră au fost echipate cu ceasuri cu pilotare radio realizate de noi (foto P—7 din planșa inserată după pag. 94), ceasuri ale căror posibilități apar clar din schema bloc reprezentată în figura 1***).

Oscilatorul cu cuarț asigură o bună stabilitate pentru intervalele de timp. Ora exactă, exprimată în ore, minute, secunde, se obține prin intermediul unui divizor și al unui decodificator; vizualizarea orei exacte se realizează cu ajutorul unui afișor numeric cu 6 cifre. Decodificatorul poate fi acționat cu comenzile de STOP (oprirea pe indicația orară curentă), START (pornirea de la indicația orară curentă), ȘTERGERE (toate cifrele afișorului indică cifra zero) și REGLAJ ORA EXACTĂ (permite poziționarea succesivă a afișorului pe ora dorită).

Pentru a elimina influențele variațiilor de temperatură asupra oscilatorului local, s-a preluat referința de oră exactă de la postul central de radioemisie (gama UM sau UL).

***) *Menționăm că în R.S. România, independent de noi și pentru utilizare în alte domenii, au mai fost realizate și alte tipuri de ceasuri electronice* [5, 6].

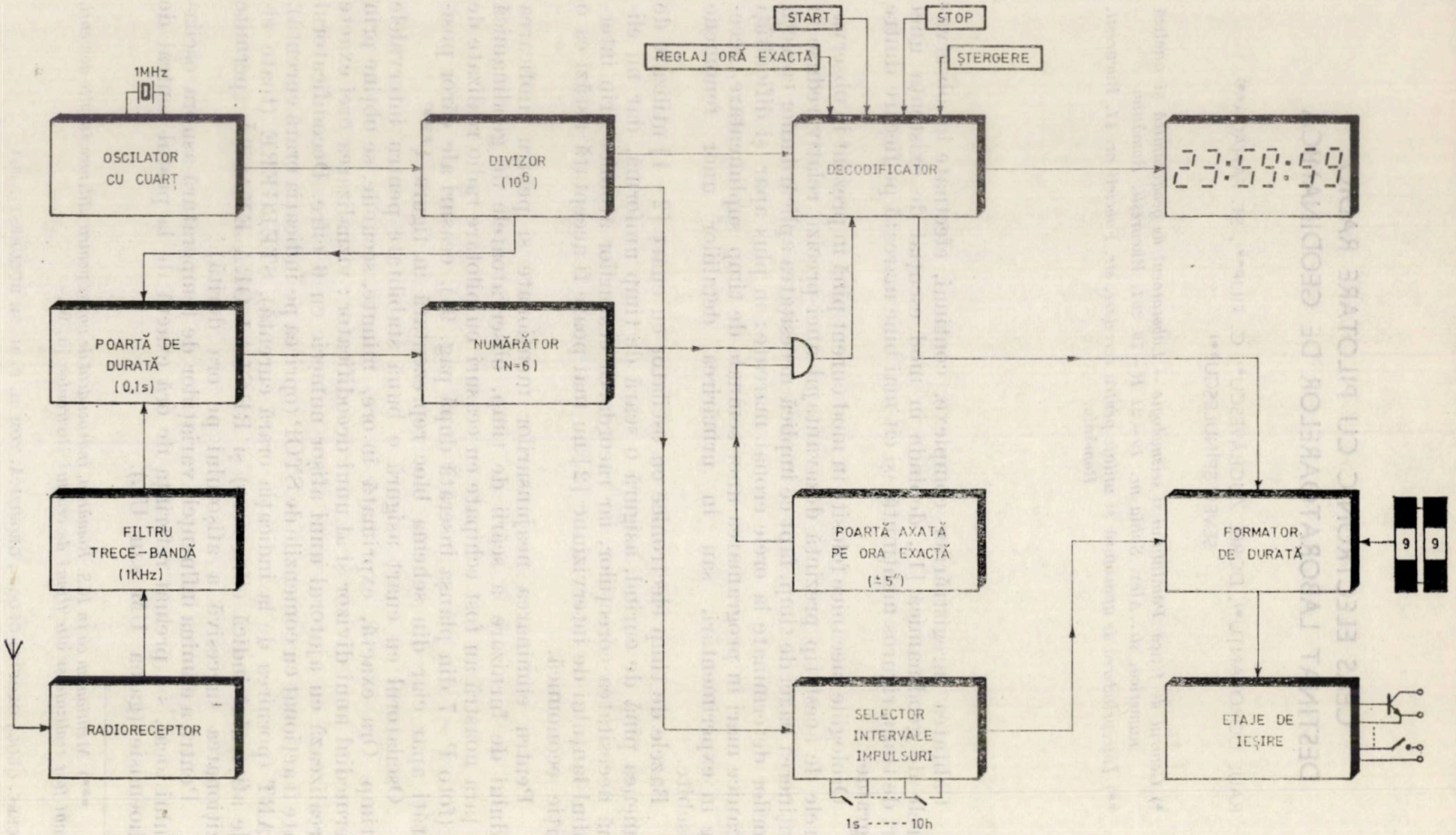


Fig. 1. — Schema bloc a ceasului electronic cu pilotare radio.

Ținînd seamă de stabilitatea ridicată a oscilatorului cu cuarț, care poate da o eroare maximă de ± 2 s/zi, pentru a limita posibilitatea acționării cu impulsuri parazite de comandă, se folosește o poartă, deschisă în intervalul [oră exactă] ± 5 s (de ex. ora 05.00.00 $\pm$ 5 s), interval în care este permisă acționarea decodificatorului, în scopul corectării pe [ora exactă] la sosirea frontului impulsului de oră exactă al postului de radioemisie (al 6-lea impuls). Acest impuls este selectat din semnalul cules de la detecția MA a unui radioreceptor, în mai multe trepte : o selectare prealabilă cu frecvența centrală de 1 kHz, urmată de un filtru de durată (de 0,1 s) și de un numărător de impulsuri cu ieșire validată pentru o secvență corectă de $N = 6$ impulsuri.

CEPR este prevăzut cu un selector de intervale pentru impulsurile furnizate pentru declanșarea comenzilor (în intervalul 1s—10 ore). Reglajul de durată al impulsurilor de comandă se efectuează prin intermediul unui comutator decadic în intervalul 1 s—99 s. Pentru ieșirea impulsurilor se utilizează etaje de putere cu elemente active (cu timp de comutație redus), sau cu relee (care permit în plus separarea galvanică a ieșirii).

În schema bloc a barografului cu traductor capacitiv [7] este prezentată utilizarea ceasului electronic pentru marcarea semnalelor orare pe înregistrările variațiilor presiunii aerului.

Ceasul electronic realizat, fiind pilotat prin radio, elimină necesitatea corecțiilor de timp aplicate înregistrărilor, asigurînd scării de timp precizia etalonului de timp central al postului de radioemisie și are următoarele posibilități :

— furnizează semnale de timp la intervale selectabile (1s, 1o s, 1 min, 10 min, 1 h, 1oh);

— semnalele de timp au durată reglabilă discret în intervalul 1 1 s—99 s;

— este prevăzut cu ieșiri de putere echipate cu relee și tranzistoare de putere, care permit telecomanda dispozitivelor cu impedanță de intrare scăzută, din componența sistemelor înregistratoare;

— permite controlul optic al funcționării, prin vizualizarea orei, minutului, secundei pe un display de consum redus, cu cristale lichide.

Primit la redacție la 13 decembrie 1982

BIBLIOGRAFIE

1. DOREL ZUGRĂVESCU (1974), *Stations for Earth Tides Recordings in the Socialist Republic of Romania*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr.—Géophysique, **18**.
2. V. STAVINSKI, R. DOROBANȚU (1974), *Racordarea scărilor de timp cu ajutorul UUS*, St. cerc. astronomie, **19**, *1*.
3. XU MIN, LAI-DE LUN, NING XUE-RONG, ZHANG LAI-FENG, WANG XIN-BO, LIU XIAO-HONG (1976), *Digital Clock and Calendar*, Acta Geophysica Sinica, **19**, *2*.
4. RAUL DOROBANȚU, DOREL ZUGRĂVESCU (1976), *Baza de timp electronică pentru stațiile de înregistratre a mareelor terestre*, St. cerc. geol., geofiz.,geogr.—Geofizică, **14**, *1*.
5. D. VOICULESCU (1983), *Self-correcting digital clock*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr.—Géophysique, **27**.

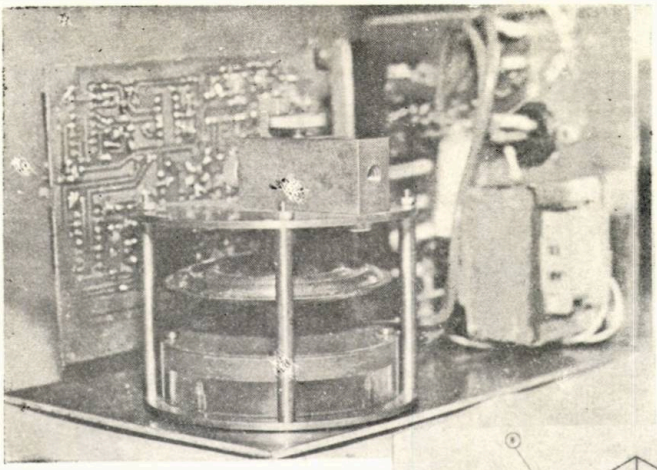
6. I. VISESCU, I. ȘERBAN, GH. ROTARU (1983), *Quartz crystal clock*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr.—Géophysique, **27**.
7. DOREL ZUGRĂVESCU, R. DOROBANȚU, MANFRED BONATZ, N. PUȘCAȘU (1983), *Barograf cu traductor capacitiv*, St. cerc. geol., geofiz., grogr.—Geofizică, **21**, sub tipar.

BROADCASTING STATION-PILOTED ELECTRONIC CLOCK, DEVOTED TO GEODYNAMIC LABORATORIES (BPEC)

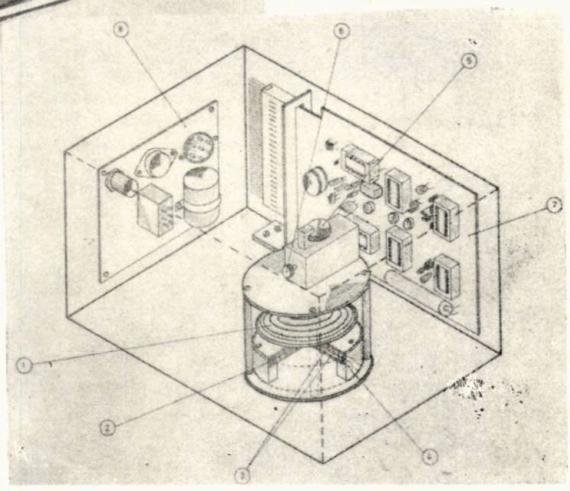
ABSTRACT

Based on a quartz oscillator and piloted by a broadcasting station, BPEC removes the necessity of time corrections for the recordings. Thus, it keeps up the accuracy of the central time etalon of the Bucharest broadcasting station for the time scale in the geodynamic observatories.

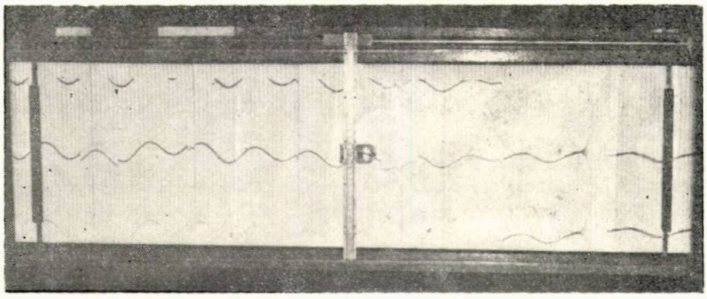
BPEC has the possibility to schedule the time scale and the signal duration and is provided with power outputs with relays and power transistors, assuring the remote control of the recording system. The clock is built of Romanian-made components.



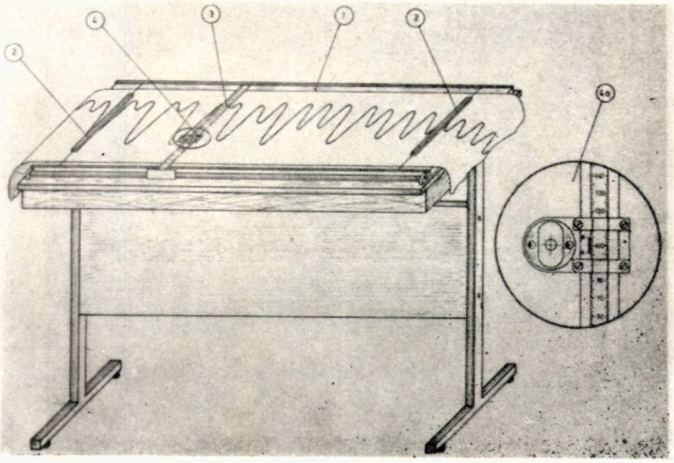
P—1. — Barograf cu traductor capacitiv-foto.



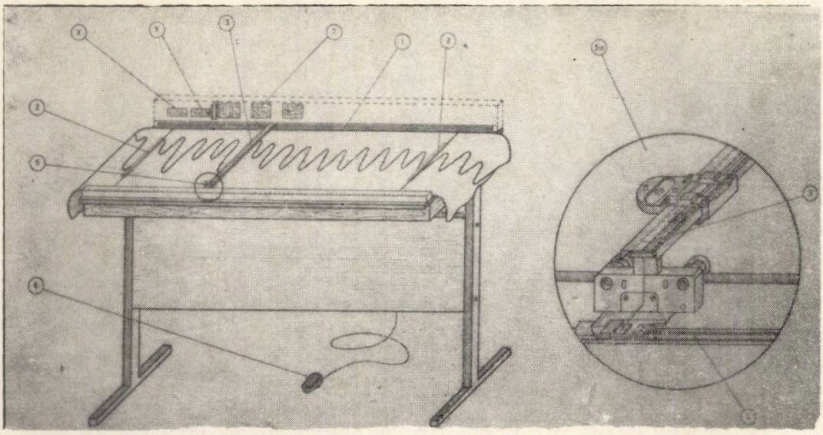
P—2. — Barograf cu traductor capacitiv—vedere axonometrică. **1**. — capsulă barometrică ; **2**. — armătură mobilă a condensatorului de măsură ; **3**. — armătură fixă a condensatorului de măsură ; **4**. — inel distanţier ; **5**. — şurub reglaj zero ; **6**. — şurub blocare ; **7**. — placă electronică a traductorului capacitiv ; **8**. — stabilizator de tensiune.



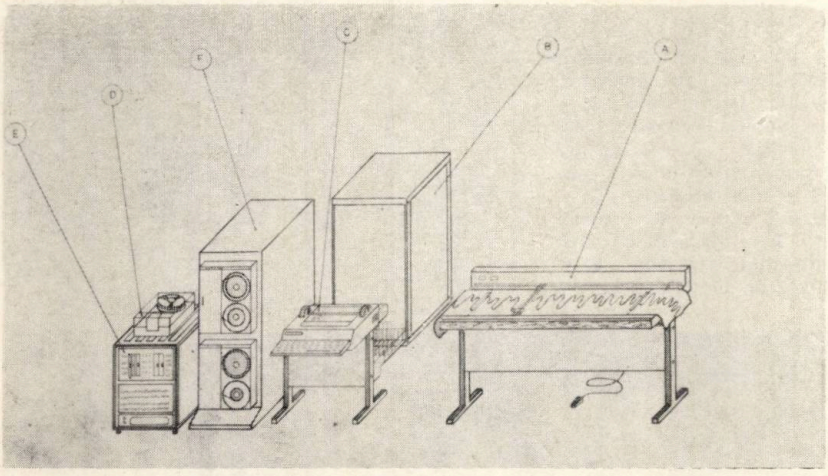
P — 3. — Digitizor mecanic-foto.



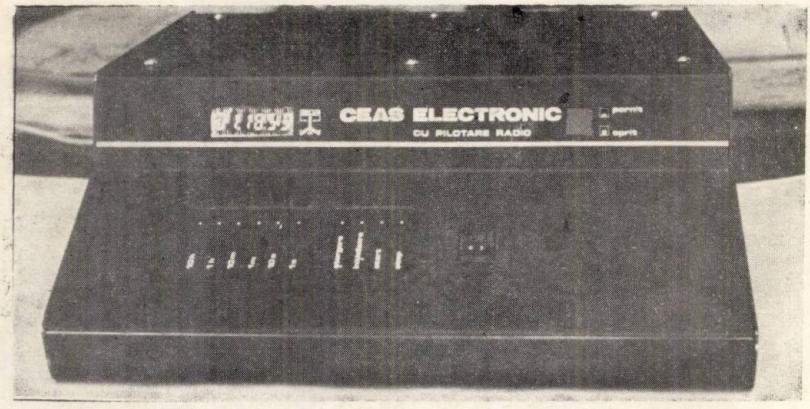
P—4. — Digitizor mecanic—vedere axonometrică. **1**. — suport pentru diagramă ; **2**. — presor elastic ; **3**. — cursor ; **4**. — vernier ; **4a**. — detaliu subansamblu cu cursor vernier.



P—5. — Digitizor electronic—vedere axonometrică. **1**. — suport pentru diagramă ; **2**. — presor elastic ; **3,4**. — sistem rectangular de potenţiometri liniari ; **5**. — vernier ; **6**. — pedală ; **7**. — bloc electronic ; **X,Y**. — afişaje numerice.



P—6. — Sistemul de digitizare şi stocare a datelor de geodinamică—vedere axonometrică. **A**. — digitizor ; **B**. — unitate centrală ; **C**. — consolă ; **D**.— perforator de bandă de hîrtie ; **E**. — unitate de discuri flexibile ; **F**. — unitate de bandă magnetică.



P—7. — Ceas electronic cu pilotare radio-foto.

CONTRIBUȚII PRIVIND DETERMINAREA REZISTIVITĂȚII LA PERETELE GĂURII DE SONDĂ CU AJUTORUL MICRODISPOZITIVELOR

AL. BABSKOW

Întreprinderea carotaj și perforare, Ploiești, Str. Clopoței Nr. 2-A, România

1. RĂSPUNSUL DISPOZITIVULUI DE MICROCAROTAJ APLICAT PE PERETELE GĂURII DE SONDĂ

În cazul unui strat poros-permeabil, traversat de o sondă pentru determinarea rezistivității zonei apropiate de gaura de sondă, denumită și „subzona spălată", în practica geofizicii de sondă este utilizată în mod curent metoda microdispozitivelor convenționale sau focalizate (Schlumberger Doc., 1972; Babskow și Neguț, 1975).

Microdispozitivul convențional are — față de cel focalizat — avantajul unei mai mari simplități a construcției și a principiului de funcționare, fiind încă utilizat pe scară largă la investigarea geofizică a sondelor.

În lucrarea de față se prezintă o metodă numerică de determinare a rezistivității ρ_0, în imediata apropiere a peretelui găurii de sondă, cu ajutorul calculatorului electronic, bazată pe teoria prospecțiunii electrice în stratificații plan-paralele.

Într-adevăr, la dimensiunile mici ale dispozitivului de investigare și ținînd seama de faptul că acesta este realizat pe o patină izolatoare și aplicat pe peretele sondei (fig. 1.a), obținîndu-se o izolare față de noroiul din gaura de sondă, poate fi făcută analogia cu situația unui dispozitiv de sondaj electric, dispus pe suprafața unui „sol", compus din două strate :

— unul, care reprezintă turta de noroi, de grosime finită h_{tn} și de rezistivitate constantă ρ_{tn} ;

— al doilea — zona spălată — de grosime infinită (față de dimensiunile mici ale dispozitivului) și cu rezistivitatea constantă ρ_0 (fig. 1b).

Deasupra dispozitivului — AM_1M_2 — rezistivitatea este considerată infinită, datorită prezenței patinei izolatoare.

Se face remarca că această aproximare se bazează pe faptul că la dimensiunile mici ale dispozitivului ($AM_1 = 25{,}4$ mm și $AM_2 = 50{,}8$ mm), adîncimea de investigație nu depășește 10 cm, astfel, încît practic, rezistivitatea zonei spălate poate fi considerată constantă și egală cu rezistivitatea la peretele găurii ρ_0.

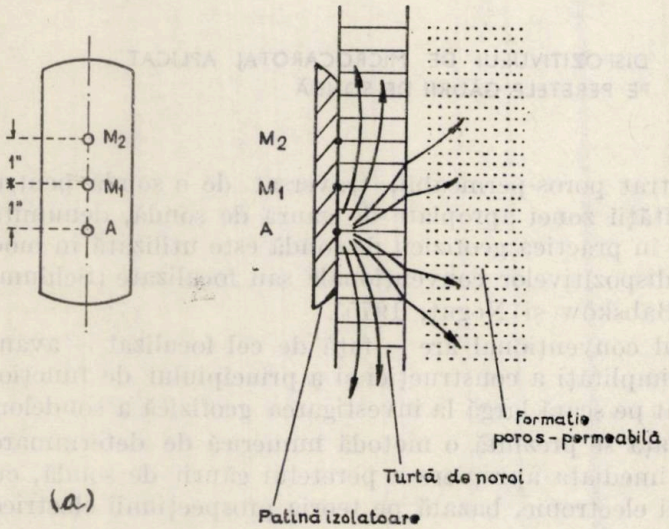
ST. CERC. GEOL., GEOFIZ., GEOGR., GEOFIZICĂ, TOM 21, P. 95–105, BUCUREȘTI, 1983.

În aceste condiții, potențialul unui punct la suprafața „solului" (respectiv pe suprafața turtei de noroi),

$$V(0, r) = \frac{I\rho_{tn}}{2\pi}\left\{\frac{1}{r} + 2\int_0^\infty a_1(\lambda) J_0(\lambda r)\,\mathrm{d}\lambda\right\} \tag{1}$$

unde $a_1(\lambda)$ este funcția nucleu și care pentru cazul a două strate are expresia

$$a_1(\lambda) = \frac{k\,\mathrm{e}^{-2\lambda h_{tn}}}{1 - k\mathrm{e}^{-2\lambda h_{tn}}} \tag{2}$$



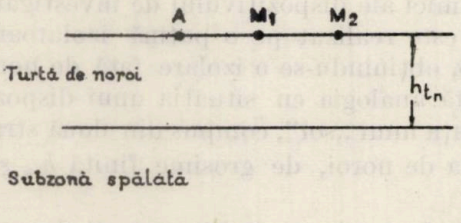


Fig. 1. — Dispozitivul de microcarotaj în dreptul unui strat poros-permeabil (a): analogia cu situația unui dispozitiv de sondaj electric, dispus pe suprafața unui „sol" compus din două strate (b).

$J_0(\lambda r)$ — funcția Bessel de speța I-a, ordinul 0, de argument r;
k — coeficientul de refracție, având expresia

$$k = \frac{\rho_0 - \rho_{tn}}{\rho_0 + \rho_{tn}} = \frac{\nu - 1}{\nu + 1} \tag{3}$$

unde $\nu = \dfrac{\rho_0}{\rho_{tn}}$.

Expresia (1) poate fi rescrisă sub forma unei serii de puteri ale lui k (Ștefănescu, 1930)

$$V(0, r) = \frac{I\rho_{tn}}{2\pi}\left\{\frac{1}{r} + 2\sum_{m=1}^{\infty}\frac{k^m}{[r^2 + (2mh_{tn})^2]^{1/}}\right\}. \tag{4}$$

Microdispozitivul utilizat este construit de fapt dintr-o combinație de două dispozitive, înregistrîndu-se simultan :

— o curbă potențială, $L_p = AM_2 = 50{,}8$ mm ;

— o curbă (pseudo)gradientă, $L_g = AO = 63{,}5$ mm.

Expresia (4) poate fi scrisă și sub forma

$$V(0, r) = \frac{I\rho_{tn}}{2\pi}\sum(r) \tag{5}$$

unde

$$\sum(r) = \frac{1}{r} + 2\sum_{m=1}^{\infty}\frac{k^m}{[r^2 + (2mh_{tn})^2]^{1/2}}. \tag{6}$$

Rezistivitatea aparentă determinată cu ajutorul celor două dispozitive poate fi scrisă după cum urmează :

— pentru dispozitivul potențial

$$\rho_{AM} = 2\pi r_2 \frac{V(0, r_2)}{I} \tag{7}$$

iar raportul ρ_{AM}/ρ_{tn} ținînd seama de (5)

$$\frac{\rho_{AM}}{\rho_{tn}} = r_2\sum(r_2); \tag{8}$$

— pentru dispozitivul pseudogradient, compus de fapt din două dispozitive potențiale

$$\rho_{A0} = \frac{2\pi}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}} \cdot \frac{V(0, r_1) - V(0, r_2)}{I} \tag{9}$$

iar raportul ρ_{A0}/ρ_{tn}, ținînd seama de (5)

$$\frac{\rho_{A0}}{\rho_{tn}} = \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1}[\sum(r_1) - \sum(r_2)] \tag{10}$$

unde $r_1 = AM_1$ și $r_2 = AM_2$.

2. CALCULUL NUMERIC AL RĂSPUNSULUI DISPOZITIVULUI DE MICROCAROTAJ

Pentru calculul numeric al răspunsului dispozitivului de microcarotaj (Babskow, 1979) — conform relaţiilor (8) şi (10) este necesar să se efectueze calculul funcţiei $\Sigma(r)$, din expresia (6), în care intră suma infinită a seriei cu termen general:

$$F_m = \frac{k^m}{[r^2 + (2mh_{tn})^2]^{1/2}}; \quad m = (1, \infty). \tag{11}$$

Întrucît $k \leqslant 1$, se poate observa că $F_{m+1} < F_m$, astfel încît seria este uniform convergentă la creşterea lui m, iar suma infinită poate fi calculată fără dificultate.

Pentru a creşte randamentul calculului seriei infinite (respectiv reducerea timpului de calcul la calculator) se utilizează o metodă pe baza transformatei Euler a seriei infinite (Hildebrand, 1956).

$$F_m = \frac{1}{2}[F_1 + \Delta F_1 + \Delta^2 F_1 + \Delta^3 F_1 + \ldots + \Delta^n F_1 + \ldots) \tag{12}$$

în care sînt considerate mediile finite de tipul

$$\Delta^0 F_i = F_i$$

$$\Delta^1 F_i = \frac{1}{2}(F_i + F_{i+1})$$

$$\Delta^2 F_i = \frac{1}{2}(\Delta F_i + \Delta F_{i+1}) = \frac{1}{4}(F_i + 2F_{i+1} + F_{i+2})$$

$$\Delta^3 F_i = \frac{1}{2}(\Delta^2 F_i + \Delta^2 F_{i+1}) = \frac{1}{8}(F_i + 3F_{i+1} + 3F_{i+2} + F_{i+3}) \tag{13}$$

$$\vdots$$

$$\Delta^n F_i = \frac{1}{2}(\Delta^{n-1} F_i + \Delta^{n-1} F_{i+1}) = \frac{1}{2^n}\left[F_i + \binom{n}{1} F_{i+1} + \binom{n}{2} F_{i+2} + \right.$$

$$\left. \ldots + \binom{n}{n-1} F_{i+n-1} + \binom{n}{n} F_{i+n}\right].$$

Seria transformată (12) este convergentă, dacă seria originală este convergentă. Convergenţa se realizează la aceeaşi sumă a seriei. Ea poate fi, de asemenea, convergentă, chiar cînd seria originală nu este convergentă; în acest caz, suma obţinută se numeşte „suma Euler" a seriei originale.

Algoritmul de calcul utilizat pentru determinarea sumei seriei infinite, într-o variantă denumită „transformata Euler perfecţionată", este prezentat în Anexă.

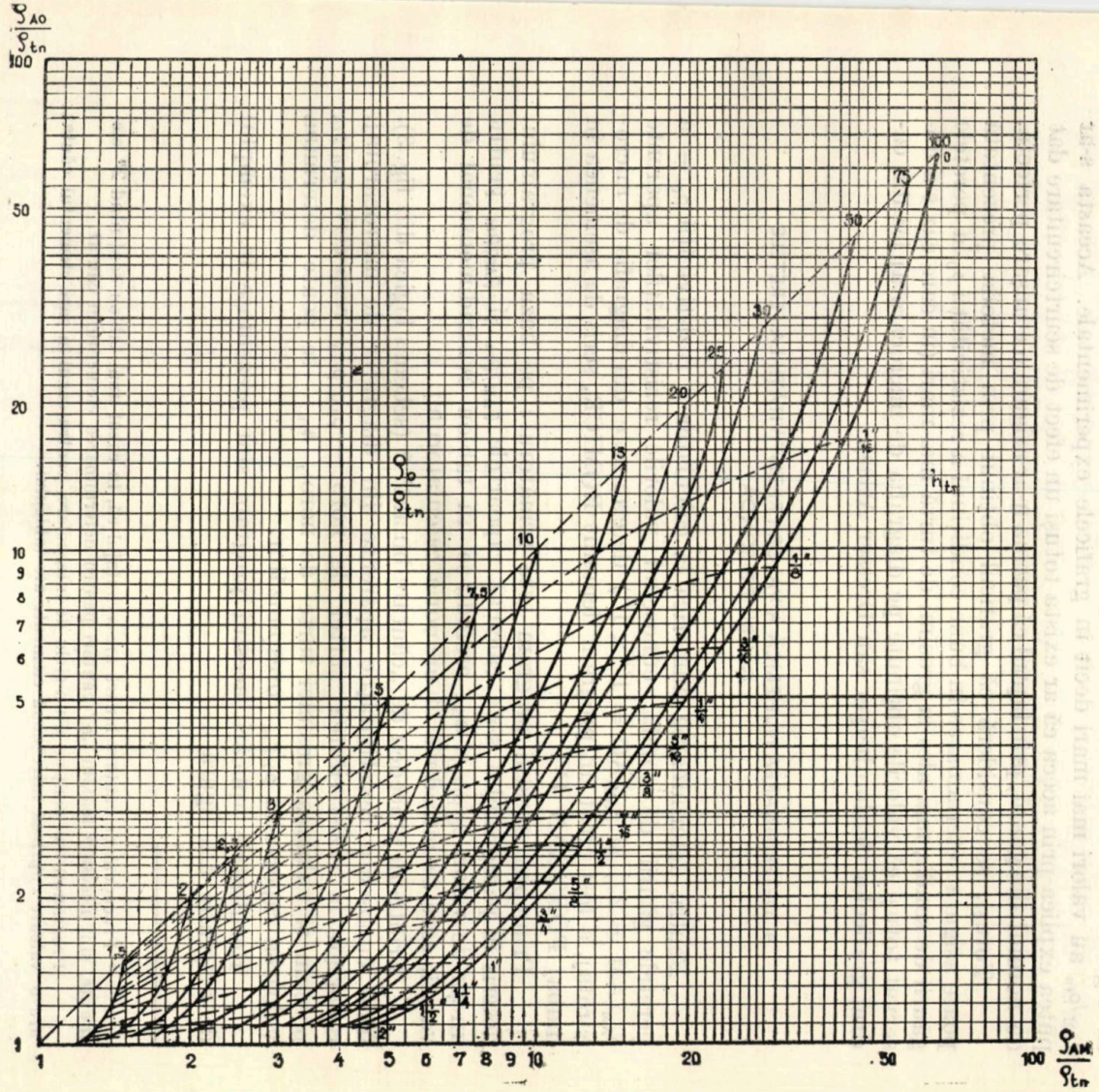


Fig. 2.— Graficul de răspuns al dispozitivului de microcarotaj.

3. DISCUȚIA REZULTATELOR OBȚINUTE

În figura 2 este prezentat graficul rezultat care reprezintă răspunsul dispozitivului de microcarotaj pentru diferite valori $v = \rho_0/\rho_{tn}$ și h_{tn}, pe baza calculului numeric, efectuat la calculatorul electronic, printr-un program realizat în limbajul FORTRAN IV.

Se poate observa că acest grafic este foarte asemănător graficelor experimentale puse la dispoziție de firmele constructoare de aparatură (Schlumberger, 1972; Dresser Atlas, 1972). Diferența constă în faptul că la grosimi de turtă foarte mici (spre zero) rapoartele ρ_{AO}/ρ_{tn} și, mai ales ρ_{AM}/ρ_{tn} au valori mai mari decît în graficele experimentale. Aceasta s-ar putea explica prin aceea că ar exista totuși un efect de scurtcircuitare dat de noroiul din gaură, prin faptul că patina n-ar asigura o etanșare perfectă.

Totuși, se consideră că graficul obținut prin metoda prezentată poate asigura determinarea în bune condițiuni a rezistivității ρ_0 la peretele găurii de sondă, mai ales la grosimi de turtă mai mari (în care caz s-a observat totuși că valorile obținute pe diagrafia de microcarotaj ies din cadrul graficelor Schlumberger sau Dresser Atlas).

4. DETERMINAREA NUMERICĂ A VALORII REZISTIVITĂȚII LA FERETELE GĂURII DE SONDĂ

Pentru determinarea numerică la calculator a rezistivității ρ_0 — la peretele găurii de sondă, cunoscînd valorile rezistivităților aparente ρ_{AM}(AM = 2″) și ρ_{AO}(AO = 1″ × 1″) determinate din diagrafia de microcarotaj, a fost creat un program denumit RØMICR, scris de asemenea în limbaj FORTRAN IV.

Principiul acestui program este următorul: pe baza programului descris în paragraful 3 s-au calculat rapoartele ρ_{AM}/ρ_{tn} și ρ_{AO}/ρ_{tn} pentru un șir de valori ρ_0/ρ_{tn} și h_{tn}, creîndu-se un tablou cvadridimensional de valori, care se introduce în memoria calculatorului.

Printr-un procedeu de „căutare binară" * (schema logică din fig. 3), fiind cunoscute rezistivitățile aparente din diagrafia de microcarotaj, raportate la rezistivitatea turtei de noroi — ρ_{AM}/ρ_{tn}, respectiv ρ_{AO}/ρ_{tn} precum și valoarea grosimei turtei de noroi, h_{tn} — se poate determina valoarea raportului ρ_0/ρ_{tn} corespunzător.

Rezultatele aplicării acestui program sînt prezentate în exemplul de diagrafie din figura 4.

---

* Procedeul de căutare binară are avantajul că, în cazul unui tablou conținînd 2^n elemente, sînt necesare maxim „n" căutări pentru determinarea elementului căutat.

Programul mai conține și un ciclu de interpolare, pentru cazul în care elementul căutat are o valoare cuprinsă între două elemente ale tabloului.

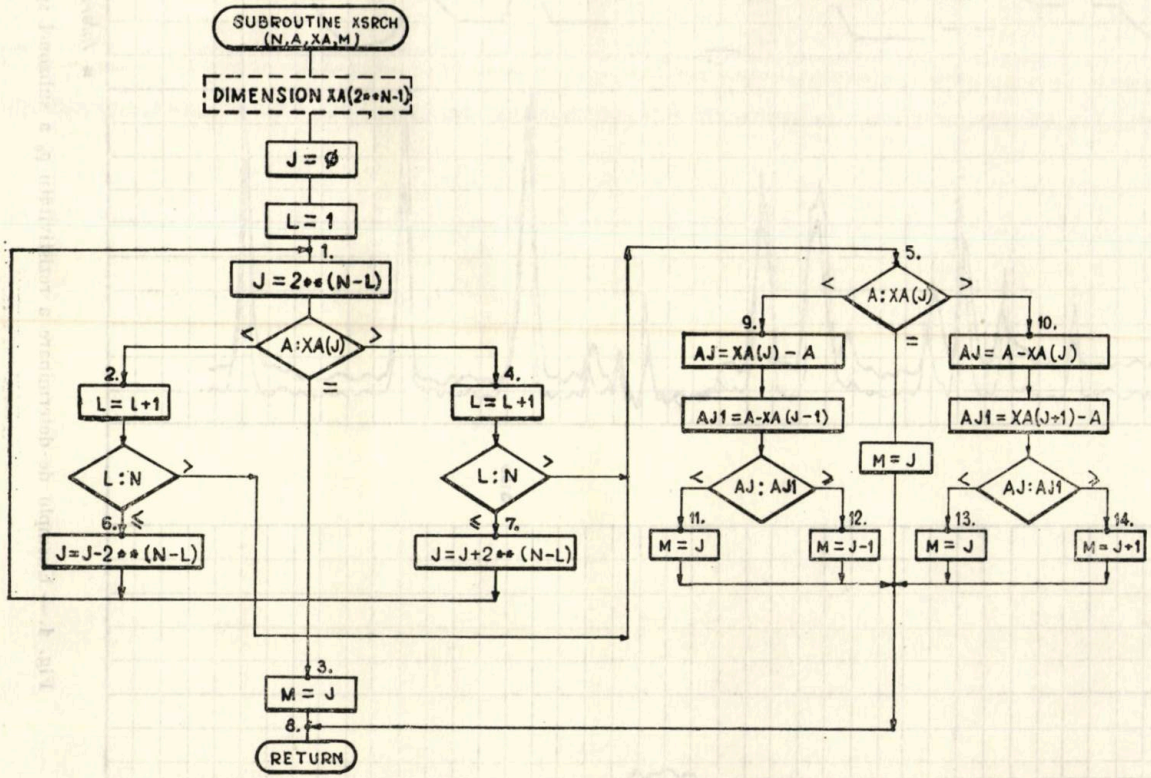


Fig. 3. — Schema logică a subrutinei de „căutare binară".

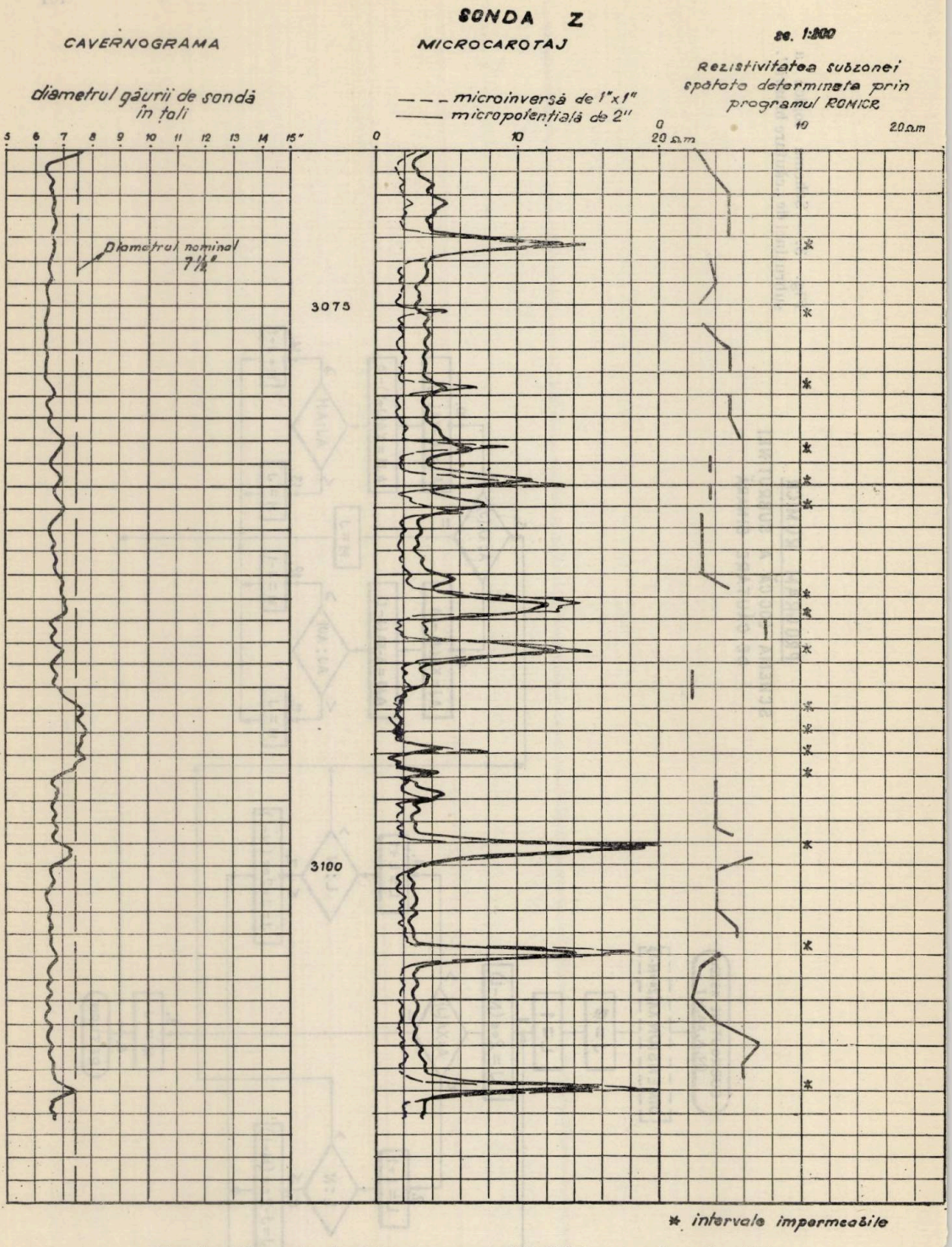


Fig. 4. — Exemplu de determinare a rezistivității ρ_0 a subzonei spălate.

ANEXĂ

ALGORITMUL DE CALCUL AL TRANSFORMATEI EULER PERFECȚIONATE (IBM/SSC — 360)

Pentru calculul transformatei Euler a unei serii infinite

$$\sum_{k=1}^{\infty} F_k = \frac{1}{2}[F_1 + \Delta F_1 + \Delta^2 F_1 + \Delta^3 F_1 + \Delta^4 F_1 + \ldots]$$

se poate utiliza transformanta Euler perfecționată, explicată prin schema din figura 5.

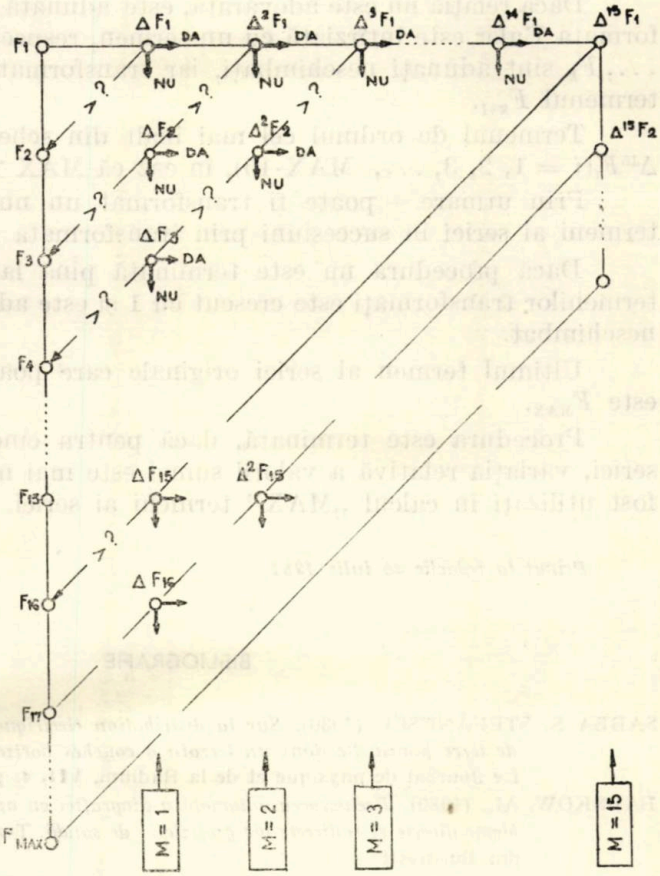


Fig. 5. — Schema de calcul a transformantei Euler perfecționate.

Calculul se execută astfel:

1. Valoarea absolută $|\Delta F_1|$ este comparată cu $|F_2|$.

1.1. Dacă $|\Delta F_1| < |F_2|$ valoarea $\frac{1}{2}(\Delta F_1)$ este adunată la valoarea inițială $\frac{1}{2}F_1$ (începutul transformatei Euler).

Apoi $\Delta^2 F_1$ este comparat cu F_2 (vezi opţiunea „DA").

1.2. Dacă $|\Delta F_1| \geqslant |F_2|$ valoarea ΔF_1 este adunată la $\frac{1}{2} F_1$ şi apoi $|\Delta F_2|$ este comparat cu $|F_3|$ (vezi opţiunea „NU").

Aceasta înseamnă că F_1 este adunat neschimbat, iar transformata Euler este întîrziată cu un termen ş.a.m.d.

2. Dacă în această secvenţă de comparaţii $|\Delta^i F_k| < |\Delta^{i-1} F_{k+1}|$ este în general adevărată, valoarea $\frac{1}{2} |\Delta^i F_k|$ este adunată sumei curente în sensul transformatei Euler.

Dacă relaţia nu este adevărată, este adunată valoarea $\Delta^i F_k$ şi transformata Euler este întîrziată cu un termen, respectiv termenii $F_1, F_2, \ldots$ $\ldots, F_k$ sînt adunaţi neschimbaţi, iar transformata porneşte de fapt cu termenul F_{k+1}.

Termenul de ordinul cel mai înalt din schema de calcul poate fi $\Delta^{15} F_i (i = 1, 2, 3, \ldots,$ MAX-15), în caz că MAX > 15.

Prin urmare — poate fi transformat un număr de maximum 14 termeni ai seriei în succesiuni prin transformata Euler.

Dacă procedura nu este terminată pînă la acest punct, index-ul termenilor transformaţi este crescut cu 1 şi este adunat următorul termen neschimbat.

Ultimul termen al seriei originale care poate fi utilizat în calcul este F_{MAX}.

Procedura este terminată, dacă pentru cinci termeni succesivi ai seriei, variaţia relativă a valorii sumei este mai mică decît EPS, sau au fost utilizaţi în calcul „MAX" termeni ai seriei.

Primit la redacţie 26 iulie 1981

BIBLIOGRAFIE

SABBA S. ŞTEFĂNESCU (1930). *Sur la distribution électrique potentielle autor d'une prise de terre ponctuelle dans un terrain à couches horizontales homogènes et isotropes.* Le Journal de physique et de la Radium, **VII**, *4*, p. 132—140.

BABSKOW, AL. (1980). *Prelucrarea automată a diagrafiei cu aplicaţii la rezolvarea unor probleme directe şi indirecte ale geofizicii de sondă.* Teză de doctorat, Universitatea din Bucureşti.

BABSKOW, Al. şi NEGUŢ, A. (1975). *Dezvoltări recente în geofizica de sondă.* St. cerc. geol., geogr., geofiz., seria Geofizică, **13**, p. 133—162.

HILDEBRAND, F.B. (1956). *Introduction to Numerical Analysis,* McGraw-Hill, N.Y., Lond, Tor., p. 155—160.

* * * (1972). *Schlumberger Documents. Log Interpretation,* **I,** Principles ; Log Interpretation Charts.

* * * (1972). *Dresser Atlas Document. Log Interpretation.*

* * * IBM/SSC-360 Scientific Subroutines Package.

CONTRIBUTIONS À LA DÉTERMINATION DE LA RÉSISTIVITÉ À LA PAROI DU TROU DE SONDAGE À L'AIDE DES MICRODISPOSITIFS

RÉSUMÉ

La mesure de la résistivité de la zone avoisinant la paroi du trou de sondage, dans le cas d'une couche poreuse et perméable (résistivité de la zone «envahie») présente une importance particulière dans le processus d'évaluation quantitative des collecteurs d'hydrocarbures. Ce paramètre permet de corriger l'effet de l'invasion de la boue sur la résistivité réelle de la roche ainsi que sur la porosité dans le cas des hydrocarbures légers.

Dans la pratique de la diagraphie géophysique on utilise couramment la méthode des microdispositifs conventionnels ou focalisés.

Le microdispositif conventionnel présente — par rapport à celui focalisé — l'avantage d'une grande simplicité de construction et de fonctionnement et est largement utilisé dans l'investigation géophysique des sondages.

L'article présente une méthode numérique de détermination de la résistivité au voisinage immédiat de la paroi de sondage. Cette méthode, réalisée au moyen du calculateur électronique, est basée sur la théorie de la prospection électrique des terrains à stratification plan-parallèle. A cet effet une approximation a été utilisée vu les très petites dimensions du dispositif d'investigation et le fait que celui-ci est appliqué sur la paroi du moyeu d'un patin isolant. On réalise ainsi une distribution électrique analogue à celle d'un sondage électrique placé à la surface d'un terrain comportant deux couches : le «cake» de la boue et la zone envahie de la roche.

Dans le calcul numérique de la réponse d'un tel dispositif intervient l'évaluation d'une série infinie. Celle-ci a été réalisée au moyen d'une transformation d'Euler «perfectionnée». Les résultats de ces calculs sont présentés dans forme d'abaques, lesquels sont très analogues aux graphiques expérimentaux des entreprises qui construisent ce genre d'appareils. Des différences existent pour les valeurs extrêmes (petites ou grandes) de l'épaisseur du «cake», mais selon l'auteur — ces graphiques assurent une réponse plus précise surtout pour les grandes valeurs de cette épaisseur.

Un programme de recherches binaires permet aux ordinateurs de déterminer la résistivite de la zone voisine du trou de sondage, au moyen des résistivités apparentes des diagraphies des microdispositifs et des relations définies précédemment. Les résultats de l'application de ce programme sont présentés sur un exemple pratique.

Magnetic Field and the Processes in the Earth's Interior (Cîmpul magnetic şi procesele din interiorul Pămîntului); Editor-în chief Vaclav Bucha, Academia, Prague, 1983, 514 pp.

Caracterizată în cuvîntul înainte al editorului principal ca „un sumar al celor mai importante fapte deduse în ultimii ani" — se înţelege : în domeniul indicat de titlu —, cartea recenzată schematic în cele ce urmează este de fapt mai mult decît atît, depăşind simpla expunere de „fapte" prin încadrarea lor conceptuală şi interpretativă. Ea este, într-adevăr, o prezentare cuprinzătoare atît a datelor de observaţie privind cîmpul geomagnetic principal şi variaţiile sale seculare cît şi a concepţiilor teoretice care încearcă să le explice şi să le indice substratul fenomenologic în lumina celor mai recente achiziţii, obţinute în particular în „cooperarea multilaterală a specialiştilor în magnetismul Pămîntului în cadrul Comisiei Academiilor de ştiinţe ale ţărilor socialiste pentru cercetarea planetară şi geofizică (KAPG)" (sic !, p. 10).

Cartea este rezultatul unei ample colaborări şi are ca autori 68 de cercetători activînd în 25 de institute ştiinţifice din 7 ţări. Coordonarea contribuţiilor individuale a fost asigurată de un editor principal şi şase coeditori, ei înşişi figurînd şi ca autori.

Conţinutul lucrării se poate contura, în linii de schiţă, cu respectarea structurării ei, în felul următor : (1) *Variaţiile seculare şi procesele de inversare* (cu indicaţii metodologice privind obţinerea informaţiilor respective) ; (2) *Modele ale cîmpului principal* (cu reprezentarea analitică şi posibilităţile de simulare a derivei spre vest a cîmpului principal) ; (3) *Teoria cîmpului magnetic al Pămîntului* (cu problemele generale ale producerii cîmpului şi cu modalităţile de investigaţie teoretică a unor fenomene speciale ca influenţa neregularităţilor de la limita dintre nucleu şi manta şi a conductibilităţii electrice a mantalei asupra proceselor magnetohidrodinamice din nucleul terestru, considerate ca responsabile de generarea cîmpului principal, sau rolul precesiei Pămîntului în cadru geomagnetic) ; (4) *Dinamica cîmpului geomagnetic şi structura internă a Pămîntului* (cu luarea în considerare şi a cazurilor Soarelui şi planetelor sistemului solar).

Este de subliniat că în părţile de prezentare a datelor de observaţie se indică şi căile de obţinere a lor (ridicări magnetice repetate, petromagnetism, arheomagnetism, paleomagnetism), iar descrierea proceselor din interiorul nucleului, imaginate pentru a se explica generarea cîmpului geomagnetic principal ca şi a particularităţilor evoluţiei lui în timp şi ale distribuţiei lui spaţiale, se face atît în termenii fizici ai fenomenologiei (curenţi de convecţie, inducţie, turbulenţă, cuplaj nucleu/manta, efect α, unde MAC) cît şi cu parametrii structurali şi în simbolismul matematic adecvat caracterizării cantitative a înlănţuirii fenomenelor (ecuaţii magnetohidrodinamice definind mecanismul „dinamului turbulent", funcţii vectoriale ale părţilor poloidale şi toroidale ale cîmpului, relaţii ale electromagnetismului adaptate condiţiilor specifice considerate).

Editorul principal şi coeditorii au prestat o muncă utilă realizînd sinteza lucrărilor individuale fără a lăsa să se resimtă prea multe eterogenităţi în prezentare, notaţie sau terminologie. Oarecare nedumerire lasă cititorului faptul că în unele cazuri (cap. I şi II) intervenţia coeditorilor este mai energică, prin modificarea textului autorilor (cum sugerează indicaţiile la care trimite asteriscul ce marchează titlurile diviziunilor respective ale cărţii : „bazat pe contribuţia lui..." sau „utilizînd contribuţia lui..."), pe cînd în altele (cap. III şi IV) li s-a lăsat autorilor întreaga responsabilitate (asteriscul de la titlu trimiţînd în subsol unde se găseşte indicaţia directă a paternităţii : „de..."). De asemenea, uneori capitolul este precedat de o introducere şi încheiat cu concluzii (cap. I), pentru ca alteori să se facă punerea în temă printr-o scurtă „notă editorială" (cap. III) sau chiar să se intre direct în subiect (cap. II şi IV). Nici editorul principal nu scuteşte pe cititor de o uşoară încurcătură, punînd în concluzia volumului accentul nu pe contribuţia acestuia la cunoaşterea şi înţelegerea problemei formulate în titlu, ci pe „importanţa cîmpului geomagnetic pentru protecţia şi crearea mediului ambiant (climat, vreme, glaciaţie, seismicitate, aplicaţie la corelări geologice)"(p. 502).

Apreciată în ansamblu, cartea constituie, fără îndoială, o importantă lucrare de referinţă pentru problema originii şi naturii fizice a cîmpului geomagnetic principal şi a sugestiilor care rezultă din cunoaşterea principalelor lui caracteristici pentru obţinerea unei imagini probabile a înlănţuirii de procese din interiorul Pămîntului, de fapt din nucleul terestru exterior.

Liviu Constantinescu

A.J. BERKHOUT, *Seismic migration imaging of acoustic energy by wave field extrapolation* (Migrarea seismică a energiei acustice prin extrapolarea cîmpului de unde), *Elsevier Scientific Publishing Company, 335 Jan van Galenstraat, P.O. Box 211, 1000 AE Amsterdam, The Netherlands, 1980, 339* p.

O excelentă carte în care este tratată teoria tehnicilor de modelare și migrare a datelor seismice prin utilizarea ecuației undelor. În cele 12 capitole sînt prezentate următoarele : teoria de bază (capitolele 1—4), modelarea prin extrapolarea cîmpului de unde (capitolele 5—6), migrarea prin extrapolarea cîmpului de unde (capitolul 7), o discuție detaliată despre trei tehnici de realizare a migrării (migrarea în domeniul număr de undă-frecvență în capitolul 8, migrarea prin însumare în capitolul 9 și migrarea prin diferențe finite în capitolul 10) cu o privire comparativă între ele (capitolul 11) și concluzii asupra limitărilor rezoluției laterale (capitolul 12).

Citind aceste capitole se poate remarca tratarea elegantă și completă a subiectului, cu multe rezultate noi. Printre acestea menționăm formularea generală a modelării și migrării datelor seismice (în particular a datelor neînsumate) prin definirea matricelor de propagare și împrăștiere (scattering), exprimarea produselor de matrice ce intervin în această formulare cu ajutorul convoluțiilor etc. În concluzie se poate spune că lucrarea recenzată poate servi ca lucrare de referință pentru geofizicienii ce se ocupă cu modelarea și migrarea datelor seismice cît și pentru cei ce abordează domeniile înrudite (acustică medicală, sonar pasiv etc.) în care la descrierea fenomenelor fizice este utilizată ecuația undelor.

Virgil Bardan
I.P.G.G., str. Coralilor 20, sect. 1
București

Proceedings of the Seventeenth Assembly of the European Seismological Commission (Lucrările celei de a 17-a Adunări generale a Comisiei Seismologice Europene); edited by E. Bisztricsány, Gy. Szeidovitz, Akadémiai Kiadó, Eudapest, 1983, XVIII—690 pp.

Cartea prezentată sumar în cele ce urmează conține o parte din lucrările comunicate la a XVII-a Adunare generală a Comisiei Seismologice Europene (CSE), care a avut loc la Budapesta în august 1980, sau în cadrul simpozioanelor organizate de această comisie în colaborare cu Societatea Geofizică Europeană (SGE), care și-a ținut tot acolo și atunci al VII-lea Congres anual. Publicarea în acest volum a celor 118 lucrări cuprinse în el pare a fi fost asigurată de prezentarea manuscriselor în formă gata de imprimat și nu de vreo selecție bazată pe alte criterii, dintre comunicările prezentate rămînînd neincluse aici numai cele care nu au îndeplinit condiția formală amintită.

Încadrate, după o scurtă prefață a editorilor (E. Bisztricsány și Gy. Szeidovitz), de alocuțiunea inaugurală a președintelui CSE (A. R. Ritsema), la început, și de lista autorilor și indicele de subiecte, la sfîrșit, lucrările sînt prezentate într-un ansamblu coordonat, grupate în 14 secțiuni : (*1*) *Rețeaua seismică digitală europeană* (6 lucrări) ; (*2*) *Hazard și prevedere seismică* (9 lucrări) ; (*3*) *Seismicitate* (21 lucrări) ; (*4*) *Culegere de date* (3 lucrări) ; (*5*) *Mecanism focal și prevederea cutremurelor* (6 lucrări) ; (*6*) *Microseisme și zgomot seismic* (5 lucrări) ; (*7*) *Teorie și interpretare* (10 lucrări) ; (*8*) *Sondaj seismic adînc* (2 lucrări) ; (*9*) *Proprietăți fizice și chimice ale mantalei* (11 lucrări) ; (*10*) *Mișcări crustale recente și seismicitatea asociată* (9 lucrări) ; (*11*) *Structura crustală a Europei* (21 lucrări) ; (*12*) *Tectonica plăcilor Europei de est* (13 lucrări) ; (*13*) *Fluidodinamică fizică* (1 lucrare) ; (*14*) *Geofizică matematică* (1 lucrare).

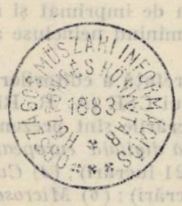
Fără îndoială, o structurare a vastului și variatului material reprezentat de lucrări era necesară și forma adoptată de editori este una dintre mai multe posibile. Această formă—legată, se pare, de organizarea CSE, a adunării sale generale și a simpozioanelor sale comune cu SGE—rămîne discutabilă, după cum discutabilă este și includerea unor lucrări în anumite secțiuni. Astfel, cititorul se poate întreba dacă secțiunile (*2*) și (*5*), ambele privind—cum indică titlul lor—prevederea cutremurelor, nu s-ar fi putut comasa, chiar dacă, în principiu, prima pare a pune accentul pe hazardul seismic și a doua pe mecanismul focal, ceea ce de fapt nu e confirmat în întregime de conținutul lor. Nedumeriri pot fi suscitate și de includerea unei lucrări privind un sistem telemetric în secțiunea (*1*) iar a alteia tratînd despre o rețea telemetrică în secțiunea (*4*)—lucrare avînd drept coautori chiar pe editorii volumului—precum și

de a unei comunicări avînd ca obiect anelasticitatea nucleului, în secțiunea (*9*) al cărei titlu sugerează limitarea domeniului ei la mantaua terestră. Tot așa apare puțin indicată încadrarea lucrării de prezentare a rețelei române de aparate cu sensibilitate redusă în secțiunea de seismicitate, după cum nejustificată rămîne acordarea calității de „geofizică matematică" unei lucrări în care intervenția matematicii este foarte modestă, ca nivel și amploare.

Intervenția editorilor în structurarea volumului rămîne, oricum, meritorie. De asemenea este de salutat ca binevenită și inițiativa lor de a veni în ajutorul cititorilor prin întocmirea unui indice de subiecte. Pe lîngă evidente calități, în particular aceea că în el figurează cuvinte-cheie semnificative, permițînd orientarea cititorului și detectarea problemelor ce l-ar putea interesa, acest indice prezintă, totuși, deficiența de a fi lipsit de unele „subiecte" reprezentative și de a conține, în schimb, unele de importanță limitată pentru domeniul avut în vedere, ceea ce s-a produs nu atît din vina editorilor cît din a unora dintre autori, care nu au avut grijă totdeauna să pună în evidență, în titluri și subtitluri, sau să sublinieze în text subiectele importante. Pentru a ilustra această observație este suficient să menționăm un singur exemplu, privind România : deși de importanță deosebită pentru cercetările seismologice, chiar la scară mondială, zona Vrancea nu e reperată în indicele de subiecte prin numele său — cu toate că acest nume e amintit la pag. 144 și, de două ori, la pag. 155, dar pierdut în text —, în timp ce sînt prezenți acolo alți termeni, de relevanță mult mai redusă pentru domeniul acoperit de volum (de ex. Apuseni Mountains, Moldavian/Moesian Platform etc.), pentru că sînt puse în relief de către autori.

Asemenea mici deficiențe nu sînt, evident, de natură să pună în umbră meritele indiscutabile ale lucrării. Ea constituie o valoroasă mină de date de observație și interpretări de rezultate, contribuind cu elemente semnificative la cunoașterea domeniului de competență geografică și profesională a CSE. Beneficiarii volumului — în primul rînd seismologii europeni — trebuie să fie recunoscători editorilor pentru a le fi pus la dispoziție, în formă compactă și organizată, un astfel de prețios material documentar. Un cuvînt de apreciere se cuvine spus și cu privire la frumoasa formă de prezentare a volumului, pentru care editura merită felicitări.

Liviu Constantinescu



DIN REVISTELE PUBLICATE ÎN EDITURA ACADEMIEI REPUBLICII SOCIALISTE ROMÂNIA

STUDII ŞI CERCETĂRI DE GEOLOGIE, GEOFIZICĂ ŞI GEOGRAFIE

- GEOLOGIE,
- GEOFIZICĂ
- GEOGRAFIE

REVUE ROUMAINE DE GÉOLOGIE, GÉOPHYSIQUE ET GÉOGRAPHIE

- GÉOLOGIE
- GÉOPHYSIQUE
- GÉOGRAPHIE

REVISTA STUDII ŞI CERCETĂRI DE GEOLOGIE, GEOFIZICĂ ŞI GEOGRAFIE – GEOFIZICĂ

publică studii şi cercetări originale, comunicări şi note din domeniile :

- gravimetrie,
- seismologie şi prospecţiuni seismice
- fizica atmosferei şi meteorologie,
- geomagnetism şi aeronomie,
- electrometrie
- prospecţiuni geofizice.

Responsabilitatea pentru conţinutul şi opiniile exprimate în lucrările publicate revine autorilor.

Manuscrisele se vor preda în două exemplare dactilografiate la două rînduri, iar formulele vor fi scrise clar şi citeţ cu cerneală, specificîndu-se pe margine sau cu sublinieri de diferite culori caracterele de literă sau semnele speciale. Nu se admit decît cel mult două corecturi la o coală dactilografiată. Fiecare exemplar va fi însoţit de figuri şi grafice, care se vor desena în tuş pe hîrtie de calc, de explicaţia figurilor, de tabele şi bibliografie. Indicaţiile bibliografice se vor da în următoarea ordine : numele complet al autorului, titlul revistei, titlul articolului, volumul, numărul, pagina, anul (între paranteze). Pentru cărţi se vor da : titlul integral, editura, locul şi anul de apariţie.

1984 FEB 07

LUCRĂRI APĂRUTE ÎN EDITURA ACADEMIEI REPUBLICII SOCIALISTE ROMÂNIA

BOTEZATU RADU, Modele geofizice ale alcătuirii geologice a României, 1982, 17 coli, broşat, 15 lei.

* * * Valea Cernei, Studiu geografic, 1981, 13 coli, broşat, 25 lei.

GRIGORE MIHAI, Reprezentarea grafică şi cartografică a formelor de relief, 1979, 248 p., legat 20 lei.

PARASCHIV DUMITRU, Platforma Moesică şi zăcămintele ei de hidrocarburi, 1979, 196 p., 55 fig., broşat, 15 lei.

* * * Atlasul Republicii Socialiste România (1974—1979), fasc. I, 8 pl., 200 lei; fasc. 2, 12 pl., 200 lei; fasc. 3, 21 pl., 150 lei; fasc. 4, 21 pl., 150 lei; fasc. 5, 14 pl., 100 lei.

St. Cerc. Geol., Geofiz., Geogr., GEOFIZICĂ, Tom 21, p. 1—108, Bucureşti, 1983

I. P. Informaţia c. 1497

42 867

Lei 55